

**EFEKTIVITAS SERBUK BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*
L.) SEBAGAI BIOKOAGULAN DALAM MENURUNKAN
KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA
AIR SUNGAI KRUENG DAROY**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

ANGGI APRIANIS

NIM. 220702051

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
TAHUN 2026/1448 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS SERBUK BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI BIOKOAGULAN DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA AIR SUNGAI KRUENG DAROY

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:
ANGGI APRIANIS
NIM. 220702051

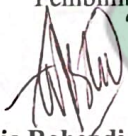
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 18 Agustus 2026

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Dimunaqasyahkan oleh:

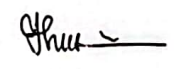
Pembimbing I

Pembimbing II


Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
NIDN. 2010048202


Ir. Muhammad Haikal., S.T., M.Sc.
NIP. 199502252025051003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Husnawati Yahya, S.Si., M.Si
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS SERBUK BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI BIOKOAGULAN DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* (TSS) PADA AIR SUNGAI KRUENG DAROY

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 18 Agustus 2026
5 Rabiul Awal 1448 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
NIP. 198204102023211014

Sekretaris,

Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
NIP.199502252025051003

Penguji I,

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIP. 198302022015031002

Penguji II,

Dr. Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.
NIP.198508102014032002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Prof. Dr. H. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggi Aprianis
Nim : 220702051
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Efektivitas Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.)
Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Kekeruhan dan
Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Sungai Krueng
Daroy

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya, dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 18 Agustus 2026

 
Anggi Aprianis

ABSTRAK

Nama : Anggi Aprianis
NIM : 220702051
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Efektivitas Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.)
Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Kekeruhan dan
Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Sungai Krueng
Daroy

Tebal Skripsi : 85 Halaman
Pembimbing I : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Pembimbing II : Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Biokoagulan, *Tamarindus indica* L., Kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), *Jar Test*, Sungai Krueng Daroy

Sungai Krueng Daroy di Kota Banda Aceh mengalami tekanan pencemaran akibat masukan limbah aktivitas domestik, yang ditandai dengan tingginya kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS). Penggunaan koagulan kimiawi sintesis dapat meninggalkan residu kimia, sehingga diperlukan alternatif biokoagulan alami yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam menurunkan kekeruhan dan TSS, menentukan dosis optimum, serta mengevaluasi kestabilan pH setelah pengolahan. Penelitian eksperimental menggunakan metode *Jar Test* dengan dosis 0 (kontrol); 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 g/L, ukuran 80 mesh, dan tiga kali pengulangan (*triplo*). Proses meliputi pengadukan cepat 180 rpm selama 3 menit, pengadukan lambat 80 rpm selama 12 menit, dan pengendapan 60 menit. Hasil menunjukkan dosis optimum 0,1 g/L menurunkan kekeruhan dari 402 menjadi 145 NTU (63,93%) dan TSS dari 93 menjadi 27 mg/L (70,97%). pH setelah pengolahan 6,8-7,4. Serbuk biji asam jawa efektif sebagai biokoagulan alami untuk menurunkan kekeruhan dan TSS serta berpotensi sebagai alternatif pada tahap pra-pengolahan air sungai.

ABSTRACT

Name : Anggi Aprianis
Student ID Number : 220702051
Study Program : Environmental Engineering, Faculty of Science and Technology
Research Title : The Effectiveness of Tamarind Seed Powder (Tamarindus indica L.) as a Biocoagulant in Reducing Turbidity and Total Suspended Solid (TSS) in Krueng Daroy River
Number of Pages : 85 Pages
Supervisor I : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
Supervisor II : Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
Keywords : Biocoagulant, Tamarindus indica L., Turbidity, Total Suspended Solid (TSS), Jar Test, Krueng Daroy

Krueng Daroy River in Banda Aceh City is affected by pollution from domestic wastewater inputs along its watershed, as indicated by high turbidity and Total Suspended Solid (TSS) levels. The conventional use of synthetic coagulants may leave chemical residues in treated water, creating a need for environmentally friendly natural biocoagulant alternatives. This study aimed to analyze the effectiveness of tamarind seed powder (Tamarindus indica L.) in reducing turbidity and TSS, determine the optimum biocoagulant dose, and evaluate pH stability after treatment. This laboratory-scale experimental study used the Jar Test method with doses of 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5 g/L, using 80-mesh powder and three repetitions. The process involved rapid mixing at 180 rpm for 3 minutes, slow mixing at 80 rpm for 12 minutes, and 60 minutes of sedimentation. The optimum dose was 0.1 g/L, reducing turbidity from 402 to 145 NTU (63.93%) and TSS from 93 to 27 mg/L (70.97%). Post-treatment pH ranged from 6.8-7.4. Tamarind seed powder was effective as a natural biocoagulant for reducing turbidity and TSS.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. Tuhan semesta alam, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Saw. yang telah membawa umat manusia dari masa kebodohan menuju era ilmu pengetahuan dan menjadi teladan sepanjang zaman.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Adapun judul proposal yang diangkat adalah “Efektivitas Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) Sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) Pada Air Sungai Krueng Daroy”.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan, arahan, serta bantuan berbagai pihak, sehingga seluruh rangkaian proses dapat berjalan dengan baik. Secara khusus, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua tercinta atas doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Sehubungan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan penuh hormat menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing I yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir penelitian.

4. Bapak Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir penelitian.
5. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji I, atas segala saran, telaah mendalam, serta arahan yang berharga dalam proses penyempurnaan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Dr. Sri Nengsih, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji II, atas evaluasi ilmiah, masukan yang membangun, serta bimbingan yang diberikan demi meningkatkan mutu penelitian ini.
8. Ibu Firda Elvisa, S.E., selaku Staf Administrasi Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah membantu dalam hal administrasi.
9. Ibu Nurul Huda, S.Pd., selaku Laboran di Laboratorium Teknik Lingkungan.
10. Kedua Orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta segala bentuk pengorbanan yang tidak ternilai selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman seperjuangan Teknik Lingkungan Angkatan 2022, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
12. Nanda Astridya dan Reni Hafani Putri, selaku sahabat yang senantiasa hadir merangkul, memberikan dukungan semangat, serta bertukar saran berharga sepanjang proses penulisan Tugas Akhir inii.

Sebagai penutup, penulis berharap semoga segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah Swt. Penulis juga berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak yang membutuhkan.

Banda Aceh, 18 Agustus 2026

Penulis,

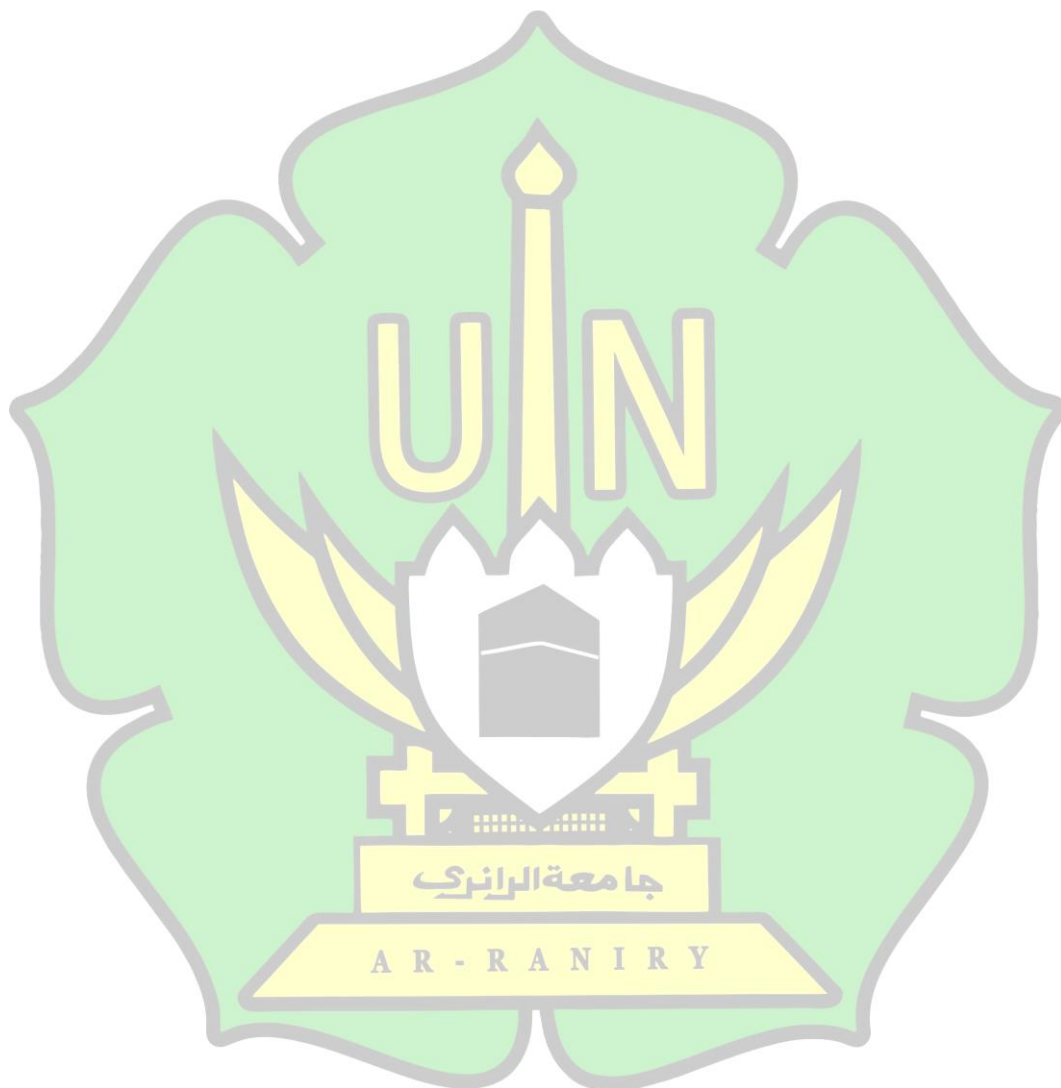
Anggi Aprianis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batas Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Sungai Sebagai Air Bersih	5
2.2 Parameter Kualitas Air Bersih	6
2.2.1 Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)	6
2.2.2 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	7
2.2.3 Derajat Keasaman (pH)	7
2.3 Standar Baku Mutu Air Bersih	7
2.4 Tahapan Pengolahan Air.....	8
2.4.1 Koagulasi	10
2.4.2 Flokulasi	12
2.4.3 Sedimentasi.....	13
2.5 Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	14
2.6 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian.....	21
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21

3.3	Pengambilan Sampel	22
3.3.1	Lokasi pengambilan sampel	22
3.3.2	Cara pengambilan sampel	22
3.4	Variabel Penelitian	23
3.5	Pengolahan dan Analisis Data Statistik	23
3.6	Instrumen, Alat dan Bahan Penelitian	24
3.7	Prosedur dan Tahapan Penelitian	25
3.7.1	Persiapan biokoagulan	27
3.7.2	Pengujian koagulan terhadap sampel air	27
3.8	Penggunaan Alat <i>Turbidity Meter</i>	28
3.9	Penggunaan Alat pH Meter	28
3.10	Pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	29
3.11	Penggunaan Alat Flokulator	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Karakteristik Awal Kualitas Air Sungai Krueng Daroy	32
4.2	Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	33
4.2.1	Hasil pengujian kekeruhan	33
4.2.2	Analisis statistik kekeruhan	38
4.3	Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	40
4.3.1	Hasil pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	40
4.3.2	Analisis statistik <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	44
4.4	Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Nilai pH	46
4.4.1	Hasil pengujian terhadap nilai pH	46
4.4.2	Uji statistik Terhadap pH	48
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN PERHITUNGAN	58
	LAMPIRAN GAMBAR	64

LAMPIRAN EXCEL	69
LAMPIRAN UJI STATISTIKA	70



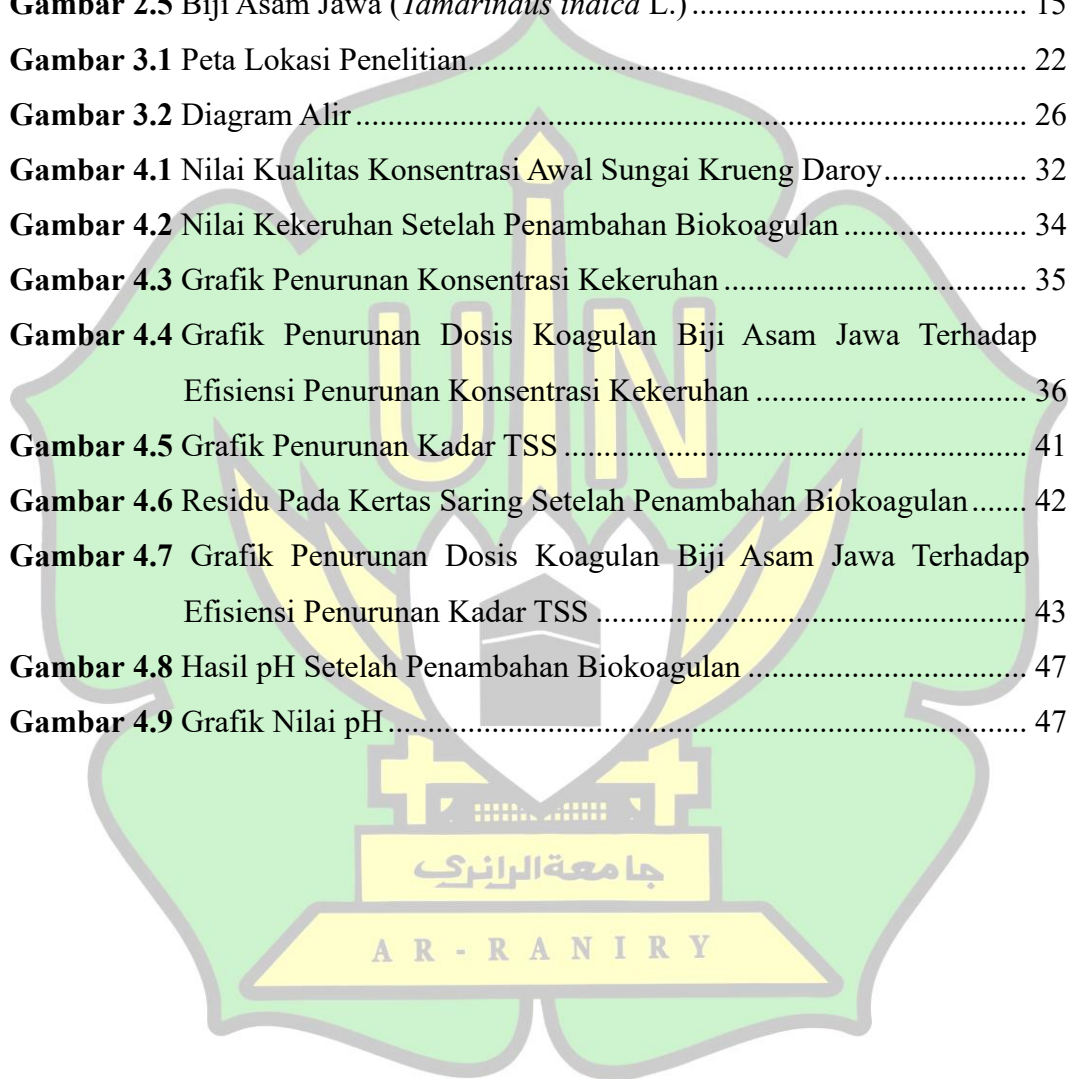
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Peraturan Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi.....	8
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Mengenai Koagulan Alami	17
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	21
Tabel 4. 1 Nilai Kualitas Konsentrasi Awal Sungai Krueng Daroy.....	32
Tabel 4.2 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kekeruhan Pada Air Sungai Krueng Daroy.....	33
Tabel 4.3 Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i> untuk Parameter Kekeruhan	39
Tabel 4.4 Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i> untuk Parameter Kekeruhan.....	39
Tabel 4.5 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar TSS Pada Air Sungai Krueng Daroy.....	41
Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i> untuk Parameter TSS	44
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i> untuk Parameter TSS	45
Tabel 4.8 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Nilai pH Pada Air Sungai Krueng Daroy.....	46
Tabel 4.9 Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i> untuk Parameter pH.....	48
Tabel 4.10 Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i> untuk Parameter pH	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan Sistem Pengolahan Air Minum.....	8
Gambar 2.2 Proses Koagulasi dan Flokulasi Dalam Pengolahan Air.....	11
Gambar 2.3 Pohon Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.).....	14
Gambar 2.4 Buah Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.).....	15
Gambar 2.5 Biji Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.).....	15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Diagram Alir	26
Gambar 4.1 Nilai Kualitas Konsentrasi Awal Sungai Krueng Daroy.....	32
Gambar 4.2 Nilai Kekeruhan Setelah Penambahan Biokoagulan	34
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	35
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Dosis Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi Kekeruhan	36
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kadar TSS	41
Gambar 4.6 Residu Pada Kertas Saring Setelah Penambahan Biokoagulan.....	42
Gambar 4.7 Grafik Penurunan Dosis Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Efisiensi Penurunan Kadar TSS	43
Gambar 4.8 Hasil pH Setelah Penambahan Biokoagulan	47
Gambar 4.9 Grafik Nilai pH	47



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Krueng Daroy yang melintasi wilayah Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh memiliki peran penting sebagai badan perairan yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kebutuhan. Namun, sungai ini juga menerima masukan limbah dari aktivitas domestik yang berlangsung di sepanjang daerah alirannya. Meningkatnya jumlah penduduk serta perkembangan berbagai aktivitas masyarakat di sekitar sungai telah memberikan tekanan terhadap kualitas air Krueng Daroy. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan pencemaran yang dapat berdampak pada kesehatan masyarakat, menurunkan kualitas lingkungan perairan, mengganggu keseimbangan ekosistem, serta mengurangi nilai estetika sungai. Pencemaran yang terjadi umumnya berasal dari limbah rumah tangga, usaha kecil dan menengah, industri rumah tangga, serta berbagai aktivitas lainnya yang menghasilkan bahan pencemar dan berpotensi menurunkan kualitas air sungai (Akbar dkk., 2020).

Pencemaran air telah menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang semakin kompleks seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia, terutama pada badan air di wilayah hilir yang menerima akumulasi limbah dari berbagai sumber. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh tingginya nilai *Total Suspended Solid* (TSS), kekeruhan, dan warna air, serta terjadinya fluktuasi pH yang pada kondisi tertentu telah melampaui baku mutu air. Penurunan kualitas air tersebut tidak hanya menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem perairan, tetapi juga berpotensi menurunkan fungsi sungai sebagai sumber air baku yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar (Firmansyah dan Cahyonugroho, 2026).

Salah satu proses yang umum digunakan dalam pengolahan air adalah proses koagulasi dan flokulasi untuk menurunkan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS). Koagulasi dilakukan melalui penambahan bahan kimia dengan pengadukan cepat untuk mendestabilisasi partikel koloid dengan cara menetralkan muatan listriknya. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan flokulasi, yaitu pengadukan lambat yang dapat membuat partikel-partikel halus bergabung

membentuk flok yang lebih besar dan mudah mengendap. Flokulasi dapat terjadi secara perikinetik akibat gerak Brown maupun secara ortokinetik karena adanya pengadukan (Kusuma, 2021). Dalam penerapan biokoagulan, komponen aktif seperti protein berperan dalam proses tersebut melalui mekanisme netralisasi muatan dan pembentukan jembatan antarpartikel (*bridging mechanism*), sehingga partikel penyebab kekeruhan dapat teragregasi menjadi flok yang lebih besar dan lebih mudah dipisahkan dari air (Septiya dan Muna, 2024).

Pengembangan koagulan organik yang ramah lingkungan dan efisien telah banyak diupayakan. Koagulan alami yang dikenal sebagai biokoagulan umumnya berasal dari bahan-bahan alami seperti cangkang udang, cangkang buah, dan biji-bijian. Penggunaan biokoagulan dinilai mampu mengurangi dampak negatif proses koagulasi-flokulasi terhadap lingkungan dan kesehatan dibandingkan dengan koagulan anorganik. Selain itu, biokoagulan memiliki beberapa keunggulan, seperti mudah terurai secara alami (*biodegradable*), memiliki kompatibilitas yang baik terhadap lingkungan, serta tingkat toksisitas yang rendah. Berdasarkan senyawa aktif yang terkandung di dalamnya, biokoagulan dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis utama, yaitu berbasis protein, polifenol, dan polisakarida (Rahman dkk., 2023).

Upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan *Total Suspended Solid* (TSS) sekaligus menjernihkan air sungai pada penelitian ini adalah dengan memanfaatkan biji asam jawa sebagai biokoagulan alami. Biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) selama ini masih jarang dimanfaatkan dan umumnya hanya menjadi limbah. Padahal, biji asam jawa berpotensi digunakan sebagai koagulan alternatif pengganti tawas karena lebih ramah lingkungan. Potensi tersebut dipengaruhi oleh kandungan protein pada biji asam jawa yang cukup tinggi, yaitu sekitar 20%, sehingga dapat berperan sebagai polielektrolit alami dalam proses koagulasi. Protein yang terkandung dalam biji asam jawa mampu mengikat partikel-partikel koloid di dalam air, menyebabkan partikel mengalami destabilisasi dan membentuk flok berukuran lebih besar sehingga lebih mudah mengendap (Hindriani dkk., 2024)

Menurut penelitian Ritonga (2021), pemilihan biji asam jawa sebagai koagulan dikarenakan untuk menggantikan koagulan sintesis seperti

Polyaluminium Chloride (PAC) dan tawas di mana proses yang kompleks, dan setelah pengolahan, air tetap mengandung unsur kimia. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan biokoagulan sebagai alternatif pengolahan air yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas air sehingga memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti merumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas proses koagulasi dan flokulasi menggunakan biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam menurunkan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air sungai?
2. Berapa dosis optimum biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) yang paling efektif dalam menurunkan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air sungai?
3. Berapa besar persentase penurunan kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan perubahan pH air sungai setelah proses koagulasi dan flokulasi menggunakan biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui efektivitas proses koagulasi dan flokulasi menggunakan biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam menurunkan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air sungai.
2. Mengetahui dosis optimum biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) yang paling efektif dalam menurunkan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air sungai.
3. Mengetahui persentase penurunan kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan perubahan pH air sungai setelah proses koagulasi dan flokulasi menggunakan biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi tambahan referensi, informasi, serta rekomendasi mengenai penggunaan biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam pengolahan air sungai.
2. Menambah wawasan mengenai pemanfaatan biokoagulan alami dari serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam proses koagulasi dan flokulasi serta sedimentasi untuk menurunkan kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS), serta sebagai bahan kajian dalam pengembangan teknologi pengolahan air berbasis bahan alami.

1.5 Batas Penelitian

Adapun batas penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel air sungai dilakukan di satu titik lokasi pada Sungai Krueng Daroy menggunakan metode *grab sampling*.
2. Biokoagulan yang digunakan dibatasi pada serbuk kering biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan ayakan 80 *mesh* tanpa adanya proses ekstraksi menggunakan pelarut kimia.
3. Pengolahan air dilakukan dengan metode koagulasi dan flokulasi untuk menentukan dosis optimum biokoagulan dan seluruh rangkaian penelitian dilaksanakan dalam skala laboratorium menggunakan *Jar Test*.
4. Penelitian ini menggunakan parameter kualitas air yang merujuk pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan untuk Air Higiene Sanitasi serta Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 mengenai Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dengan mempertimbangkan bahwa permasalahan utama pada air sungai umumnya berkaitan dengan aspek fisik dan kimia, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada tiga parameter utama, yaitu kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH sebagai indikator kimia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Sungai Sebagai Air Bersih

Air merupakan salah satu komponen esensial yang berperan penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi, tidak hanya bagi manusia tetapi juga bagi seluruh makhluk hidup. Sumber air bersih umumnya berasal dari air hujan, air permukaan, dan air tanah. Air permukaan meliputi air sungai dan danau, sedangkan air tanah dapat berupa sumur dangkal, sumur dalam, maupun mata air. Namun, apabila kualitasnya tidak terjaga dan mengalami pencemaran, air berpotensi menjadi media penularan berbagai penyakit yang membahayakan kesehatan. (Wulandari dkk., 2019).

Kriteria kualitas air digunakan sebagai acuan untuk menilai mutu suatu sumber air berdasarkan baku mutu yang telah ditetapkan. Secara fisik, air yang memenuhi standar biasanya tampak jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, bersuhu normal, serta memiliki kandungan zat padat dalam batas yang diperbolehkan. Secara kimia, air tidak boleh mengandung zat beracun maupun logam berat melebihi ambang batas. Selain itu, secara mikrobiologi air harus bebas dari bakteri patogen, terutama *Escherichia coli* dan kelompok *Coliform*, yang menjadi indikator pencemaran tinja dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan (Rahmatullah dkk., 2025).

Saat ini, air permukaan menjadi salah satu sumber air yang sangat penting dan banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan pertanian, industri, dan rumah tangga. Sungai sebagai badan air permukaan berperan sebagai sumber utama penyediaan air bersih sepanjang tahun. Oleh sebab itu, kualitas air sungai perlu mendapat perhatian karena di beberapa daerah sungai dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk pengolahan air bersih maupun air minum. Penurunan kualitas air sungai tidak hanya berdampak pada menurunnya keindahan lingkungan perairan, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi masyarakat sekitar, seperti timbulnya bau akibat proses penguraian polutan pada kondisi kadar oksigen terlarut yang rendah di dalam air (Wijayanto dkk., 2025).

2.2 Parameter Kualitas Air Bersih

Air bersih yang layak digunakan adalah air yang tidak memiliki bau, rasa, warna, tidak mengandung mikroorganisme patogen, serta bebas dari logam berat dalam kadar yang melebihi batas yang ditetapkan. Penilaian mutu air dilakukan melalui pengujian parameter fisik, kimia, dan biologi guna memastikan keamanannya bagi kesehatan. Parameter fisik meliputi suhu, tingkat kecerahan, warna, kekeruhan, kedalaman, kecepatan arus, salinitas, serta kandungan zat padat seperti TDS (*Total Dissolved Solids*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Parameter kimia mencakup pH, DO (*Dissolved Oxygen*), amonia, nitrat, nitrit, kesadahan, sulfat, serta logam terlarut. Adapun parameter biologi berkaitan dengan keberadaan mikroorganisme yang berpotensi menimbulkan penyakit apabila air dikonsumsi (Puspitasari dkk., 2025).

Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan berfokus pada aspek kimia, yaitu derajat keasaman (pH), karena nilai pH yang tidak sesuai standar sering ditemukan pada air sungai dan dapat memengaruhi kualitas air serta kesehatan. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan parameter fisika yang meliputi kekeruhan dan *Total Suspended Solids* (TSS) untuk mengetahui perubahan karakteristik air sebelum dan sesudah proses pengolahan.

2.2.1 Kekeruhan (*Turbidity*)

Turbidity (kekeruhan) merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kejernihan air berdasarkan banyaknya partikel tersuspensi yang memengaruhi transmisi dan hamburan cahaya di dalam air. Semakin tinggi jumlah partikel yang terdapat dalam air, semakin besar cahaya yang terhalang atau dipantulkan, sehingga air tampak tidak jernih. Air dikategorikan keruh apabila mengandung partikel tersuspensi dalam jumlah signifikan yang menimbulkan kesan berlumpur atau kotor. Bahan penyebab kekeruhan umumnya berupa lumpur, tanah, serta partikel halus lainnya yang melayang dalam kolom air (Anggraini dkk., 2023).

Semakin tinggi nilai kekeruhan semakin besar pula konsentrasi padatan tersuspensi yang terkandung di dalamnya. Tingkat kekeruhan ini dinyatakan dalam satuan *Nephelometric Turbidity Units* (NTU), yang menggambarkan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh partikel-partikel tersuspensi dalam air (Rahmatullah

dkk., 2025). Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, menyatakan batas maksimum kadar kekeruhan yang diizinkan dalam air ialah <3 NTU.

2.2.2 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solids (TSS) merupakan material padatan tersuspensi dalam perairan yang terdiri dari zat organik maupun anorganik. Keberadaan TSS dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan dan mengganggu ekosistem di dalamnya, terutama pada wilayah estuari. Nilai TSS yang semakin tinggi menunjukkan tingkat pencemaran perairan yang semakin besar. Tingginya kandungan TSS juga dapat memengaruhi kondisi fisik perairan karena menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam air, sehingga proses fotosintesis biota perairan dapat terganggu (Asrori, 2021). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, menyatakan batas maksimum TSS yang diizinkan dalam air adalah 50 mg/L.

2.2.3 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan parameter yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang ditentukan berdasarkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalamnya. Skala pH berada pada rentang 0 hingga 14, dengan nilai 7 bersifat netral, nilai di bawah 7 menunjukkan sifat asam, dan nilai di atas 7 menunjukkan sifat basa atau alkali. Dalam pengujian kualitas tanah dan air, pH meter menjadi salah satu instrumen laboratorium yang paling umum digunakan. Alat ini berfungsi mengukur derajat keasaman larutan melalui elektroda atau probe yang terhubung dengan perangkat elektronik untuk membaca dan menampilkan nilai pH secara digital. Mengingat frekuensi penggunaannya yang tinggi dalam berbagai kegiatan analisis, pH meter memerlukan perawatan serta kalibrasi secara berkala guna menjaga ketelitian dan keandalan hasil pengukuran, sehingga data yang diperoleh tetap akurat dan dapat dipercaya (Tanjung, 2024).

2.3 Standar Baku Mutu Air Bersih

Air memiliki ketentuan serta persyaratan yang harus memenuhi standar kesehatan agar dapat dinyatakan layak digunakan dan tidak menimbulkan dampak

negatif bagi kesehatan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 mengenai Kesehatan Lingkungan untuk Air Higiene Sanitasi serta Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 kelas II tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kualitas air harus memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan yang telah ditentukan. Standar itu dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. 1 Peraturan Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan
Fisika			
1	Kekeruhan	<3	NTU
Kimia			
1	pH	6,5-8,5	-

Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 2023, halaman 29-30

Tabel 2. 1 Peraturan Parameter Air Bersih

No	Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Satuan
1	<i>Total Suspended Solid</i>	50	mg/L

Sumber: Peraturan Pemerintah 2021, Kelas II, Lampiran VI, Halaman 1

2.4 Tahapan Pengolahan Air

Sistem Pengolahan air bersih merupakan rangkaian unit operasi dan unit proses yang terintegrasi untuk meningkatkan kualitas air baku hingga memenuhi standar baku mutu kesehatan.



Gambar 2. 1 Bagan Sistem Pengolahan Air Minum

(Sumber: Tanjung, 2021)

Secara umum, rangkaian tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

1. Pra-sedimentasi merupakan salah satu proses fisik dalam pengolahan air yang berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel berukuran besar, seperti pasir, lumpur kasar, dan padatan lainnya secara gravitasi tanpa

penambahan bahan kimia. Proses ini dilakukan pada tahap awal pengolahan air dengan tujuan mengurangi kandungan padatan tersuspensi sehingga beban pengolahan pada tahap selanjutnya, seperti koagulasi dan flokulasi, dapat berkurang. Selain itu, pra-sedimentasi juga membantu meningkatkan efisiensi proses pengolahan air secara keseluruhan (Jahanshahi dan Taghizadeh, 2018).

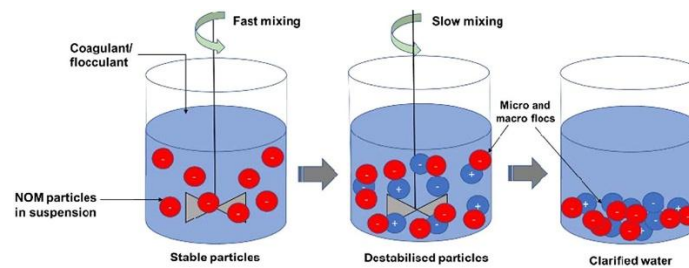
2. Tahap koagulasi dan flokulasi merupakan dua tahapan yang saling berkaitan dalam proses pengolahan air. Proses diawali dengan koagulasi melalui penambahan bahan koagulan ke dalam air yang disertai pengadukan cepat (*flash mixing*) untuk menghilangkan kestabilan partikel koloid. Setelah partikel terdestabilisasi, proses dilanjutkan dengan flokulasi melalui pengadukan lambat (*slow mixing*) agar partikel-partikel tersebut saling bertumbukan dan bergabung membentuk flok yang lebih besar, padat, dan mudah mengendap. Proses ini berperan penting dalam menurunkan kekeruhan serta kandungan padatan tersuspensi di dalam air (Badri, 2021).
3. Tahapan sedimentasi merupakan tahap pengolahan air yang memanfaatkan gaya gravitasi untuk memisahkan partikel padat dari fase cair melalui proses pengendapan. Pada tahap ini, partikel tersuspensi atau flok yang terbentuk akan turun ke dasar wadah, sehingga menghasilkan air yang lebih jernih sebelum masuk ke proses pengolahan berikutnya (Sholikhah dan Afrianisa, 2023).
4. Unit filtrasi merupakan tahap penyaringan lanjutan yang berfungsi menghilangkan partikel halus, mikroorganisme, serta sisa flok berukuran kecil yang masih terbawa setelah proses sedimentasi. Tahap ini berperan penting dalam meningkatkan kualitas dan kejernihan air sebelum digunakan atau diproses lebih lanjut (Cescon dan Jiang, 2020).
5. Desinfeksi merupakan tahap penting dalam pengolahan air minum yang bertujuan untuk menonaktifkan atau membunuh mikroorganisme patogen penyebab penyakit. Bahan desinfektan yang digunakan harus memenuhi kriteria keamanan, tidak bersifat toksik pada konsentrasi yang diizinkan, serta efektif terhadap berbagai jenis patogen (Alviyani dan Radityaningrum, 2021).

6. Reservoir merupakan unit penyimpanan air hasil pengolahan (*treated water*) yang berfungsi untuk menjaga kestabilan debit dan tekanan air pada jaringan distribusi sesuai kebutuhan konsumen. Selain sebagai tempat penyimpanan, reservoir juga berperan dalam mempertahankan kualitas air selama proses pendistribusian. Untuk mencegah terjadinya kontaminasi sekunder, kadar sisa klor (*chlorine residual*) perlu dipantau secara berkala agar kualitas dan keamanan mikrobiologis air tetap terjaga hingga sampai ke pelanggan (Bahrudin dkk., 2022).

Adapun pada penelitian ini, proses pengolahan yang diterapkan meliputi tahapan koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Tahap koagulasi dilakukan untuk mendestabilisasi partikel koloid dalam air, kemudian dilanjutkan dengan flokulasi guna membentuk flok berukuran lebih besar melalui pengadukan lambat. Selanjutnya, pada tahap sedimentasi, flok yang telah terbentuk diendapkan secara gravitasi sehingga terpisah dari fase cair dan menghasilkan air dengan kualitas yang lebih baik.

2.4.1 Koagulasi

Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel tersuspensi maupun koloid di dalam air sehingga kestabilan sistemnya berkurang. Proses ini dilakukan dengan penambahan bahan kimia tertentu yang dikenal sebagai koagulan untuk menetralkan muatan partikel dan mengurangi gaya tolak-menolak antarpartikel. Pada tahap ini diterapkan pengadukan cepat (*flash mixing*) guna mempercepat serta menyeragamkan distribusi koagulan ke seluruh volume air, sehingga reaksi dapat berlangsung secara efektif dalam waktu relatif singkat. Tujuan utama koagulasi adalah mendestabilisasi partikel agar dapat saling bertumbukan dan bergabung membentuk agregat yang lebih besar. Koagulan juga berperan sebagai agen penggumpal yang membantu pembentukan flok, sehingga partikel-partikel tersebut lebih mudah dipisahkan dan diendapkan pada proses selanjutnya (Ekoputri dkk., 2023). Adapun gugus fungsional pada polisakarida dan protein dalam biji asam jawa berperan dalam menetralkan muatan partikel koloid serta membentuk jembatan antarpartikel, sehingga mempercepat pembentukan flok dan proses sedimentasi (Ayuba dkk., 2025).



Gambar 2. 2 Proses Koagulasi Dan Flokulasi Dalam Pengolahan Air

(Sumber: Elma dkk, 2024)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi sebagai berikut (Fani, 2018):

1. Konsentrasi Koloid

Konsentrasi partikel koloid memiliki pengaruh terhadap kebutuhan dosis koagulan dan keberhasilan proses koagulasi. Jumlah koagulan yang dibutuhkan untuk mendestabilisasi partikel koloid secara stoikiometri ditentukan oleh banyaknya partikel koloid yang terdapat dalam larutan. Akan tetapi, pada larutan koloid dengan konsentrasi rendah, proses koagulasi cenderung berlangsung lebih lambat karena sedikitnya jumlah partikel menyebabkan kemungkinan terjadinya tumbukan antarpartikel menjadi lebih kecil.

2. Dosis koagulan

Penentuan dosis koagulan yang tepat merupakan faktor penting dalam mencapai proses destabilisasi partikel koloid secara efektif. Pemberian koagulan dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan terjadinya pembalikan muatan sehingga partikel koloid kembali stabil (restabilisasi). Selain itu, peningkatan dosis koagulan juga dapat memicu mekanisme *sweep action*, yaitu proses pengikatan partikel oleh flok koagulan yang mengendap. Sebaliknya, apabila koagulan ditambahkan sesuai dengan dosis optimum, pembentukan inti flok dapat berlangsung dengan baik sehingga proses koagulasi menjadi lebih efisien.

3. Zeta Potensial

Zeta potensial merupakan parameter yang menunjukkan muatan permukaan pada partikel koloid. Semakin besar nilai zeta potensial, maka gaya tolak-menolak antarpartikel di dalam air akan semakin kuat sehingga kestabilan sistem koloid meningkat. Nilai zeta potensial dapat ditentukan melalui

metode elektroforesis, yaitu dengan mengamati pergerakan partikel koloid ketika diberikan medan listrik.

4. pH

pH memiliki pengaruh terhadap proses koagulasi karena setiap kondisi pH dapat menghasilkan spesies hidrolisis yang berbeda, terutama pada koagulan berbasis logam aluminium. Pada kondisi pH rendah, akan terbentuk spesies monomer dan polimer aluminium. Pembentukan presipitat $\text{Al}(\text{OH})_3$ mulai terjadi pada pH sekitar 4,5 dan jumlahnya akan meningkat seiring kenaikan pH. Presipitat $\text{Al}(\text{OH})_3$ tersebut merupakan spesies yang paling dominan dalam proses koagulasi.

5. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan adalah proses mencampurkan koagulan ke dalam air secara merata. Hal ini penting agar koagulan dapat bereaksi dengan baik terhadap partikel atau ion yang ada di dalam air. Kecepatan pengadukan juga sangat berpengaruh pada pembentukan flok. Jika pengadukan terlalu lambat, flok akan terbentuk dengan sangat lambat. Sebaliknya, jika pengadukan terlalu cepat, flok yang sudah terbentuk bisa saja pecah. Oleh karena itu, pengadukan harus dilakukan dengan kecepatan yang tepat. Dengan pengadukan yang tepat, diharapkan flok dapat terbentuk dengan baik dan proses pengolahan air dapat berjalan efektif.

6. Jenis Koagulan

Pemilihan jenis koagulan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ekonomis serta efektivitasnya dalam proses pembentukan flok.

7. Waktu Pengadukan

Durasi pengadukan berpengaruh langsung terhadap proses sedimentasi, karena waktu pengadukan menentukan kualitas pembentukan flok yang nantinya akan mengendap.

2.4.2 Flokulasi

Flokulasi merupakan tahap pengadukan lambat yang bertujuan menggabungkan flok-flok kecil hasil proses koagulasi menjadi agregat yang berukuran lebih besar dan lebih padat, sehingga lebih mudah mengendap pada tahap

sedimentasi. Proses ini meningkatkan frekuensi tumbukan antarpartikel yang telah terdestabilisasi, sehingga terbentuk flok yang stabil dan efektif untuk dipisahkan. Partikel koloid sendiri merupakan partikel diskrit yang berada dalam suspensi air baku dan menjadi salah satu penyebab utama terjadinya kekeruhan pada air (Lolo dkk., 2020).

Flokulasi merupakan tahap lanjutan setelah proses koagulasi, yang berfungsi membentuk flok berukuran lebih besar dari agregat kecil yang telah terbentuk sebelumnya. Pada tahap ini diterapkan pengadukan lambat (*slow mixing*) untuk meningkatkan kontak dan tumbukan antarpartikel, sehingga terbentuk flok yang lebih padat, stabil, dan mudah diendapkan pada proses selanjutnya (Ritonga, 2021).

Menurut Kusuma (2021), ada dua jenis proses flokulasi yaitu sebagai berikut:

1. Flokulasi Perikinetik

Flokulasi perikinetik merupakan proses pembentukan flok yang terjadi akibat adanya gerak termal partikel, yang dikenal sebagai gerak Brown. Gerakan acak tersebut menyebabkan partikel saling bertumbukan dan membentuk flok.

2. Flokulasi Orthokinetik

Flokulasi orthokinetik merupakan proses pembentukan flok yang terjadi akibat adanya pergerakan media cair, seperti pada proses pengadukan. Pada kondisi ini, kecepatan aliran cairan dapat berubah terhadap ruang dan waktu sehingga meningkatkan frekuensi tumbukan antarpartikel.

2.4.3 Sedimentasi

Metode sedimentasi merupakan teknik pemisahan yang memanfaatkan perbedaan berat jenis, di mana larutan yang digunakan memiliki berat jenis lebih rendah dibandingkan organisme parasit sehingga parasit akan mengendap di bagian bawah. Secara umum, metode ini terbagi menjadi dua, yaitu sedimentasi sederhana yang hanya mengandalkan gaya gravitasi dan metode sedimentasi *Formol-Ether* (Ritchie) yang memadukan penggunaan larutan formalin dan eter dengan bantuan gaya sentrifugal (Marieta dkk., 2018).

Menurut Borang (2022), proses pengendapan material sedimen diawali oleh tahap pengikisan (erosi), kemudian dilanjutkan dengan perpindahan atau transport sedimen, selanjutnya terjadi pengendapan, dan pada akhirnya mengalami pemadatan endapan. Sedimentasi terjadi ketika energi aliran atau gelombang berkurang, sehingga partikel yang terbawa tidak lagi mampu dipertahankan dalam suspensi dan akhirnya mengendap di suatu area tertentu.

2.5 Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.)

Menurut Lissa dkk (2023), pohon asam jawa (*Tamarindus indica* L.) merupakan tanaman tropis yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap lingkungan dataran rendah dengan musim kemarau panjang. Meskipun berasal dari Afrika, tanaman ini telah menyebar luas dan tumbuh di berbagai wilayah, seperti India, Sudan, Pakistan, Filipina, Spanyol, hingga Meksiko. Secara klasifikasi botani, *Tamarindus indica* L. termasuk tumbuhan dikotil dari famili Leguminosae atau Fabaceae yang menghasilkan buah berbentuk polong.

Pohon asam jawa merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuh hingga mencapai tinggi sekitar 30 meter dengan diameter batang mencapai 2 meter. Tanaman ini memiliki kulit batang yang kasar berwarna abu-abu kecokelatan serta tajuk yang lebat dan membulat, sehingga mampu memberikan keteduhan yang baik di sekitarnya.



Gambar 2. 3 Pohon Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.)
(Sumber: Wikipedia, 2025)

Fase pembungaan pada pohon asam jawa ditandai dengan munculnya bunga berukuran kecil yang berbentuk menyerupai kupu-kupu, terdiri atas empat hingga lima helai kelopak, serta mengeluarkan aroma khas. Setelah proses pembungaan, pohon asam jawa menghasilkan buah berbentuk polong dengan kulit

luar yang akan mengeras ketika mencapai tingkat kematangan. Di dalam polong terdapat hingga sepuluh biji yang terbungkus oleh daging buah bertekstur lengket dan berserat. Selama proses pematangan, warna daging buah mengalami perubahan dari putih kehijauan menjadi cokelat kemerahan hingga kehitaman, disertai cita rasa asam manis yang khas.



Gambar 2. 4 Buah Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.)

(Sumber: Wikipedia, 2025)

Biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) tidak hanya dianggap sebagai limbah organik hasil samping industri pangan, tetapi juga dimanfaatkan sebagai sumber biopolimer alami yang memiliki potensi fungsional tinggi, khususnya dalam bidang pengolahan air. Secara morfologis, biji asam jawa tersusun atas lapisan kulit luar (testa) dan bagian inti (endosperma) yang mengandung berbagai senyawa bermanfaat. Endosperma biji asam jawa mengandung berbagai konstituen kimia, seperti protein fungsional sekitar 17 hingga 20%, serat, serta polisakarida netral berupa galaktoksiloglukan. Kandungan tersebut berperan penting dalam menentukan sifat reologis serta mendukung aktivitas koagulasi alami pada proses pengolahan air (Geethalaxmi dan Sunil., 2024).



Gambar 2. 5 Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.)

(Sumber: Wikipedia, 2025)

Asam jawa (*Tamarindus indica* L.) mengandung berbagai senyawa fitokimia, seperti tanin, minyak atsiri, dan biopolimer alami yang berpotensi dimanfaatkan sebagai biokoagulan. Kandungan makromolekul, termasuk pati dan senyawa albuminoid, berperan dalam mendukung proses flokulasi alami melalui mekanisme penjembutan antartikel. Interaksi senyawa aktif tersebut dapat meningkatkan kemampuan dalam menetralkan polutan sehingga asam jawa berpotensi digunakan sebagai koagulan organik yang ramah lingkungan. Selain itu, sifat biopolimer pada fraksi albuminoid juga mampu mempercepat pembentukan flok pada proses pengolahan air. Oleh karena itu, kandungan senyawa organik yang tinggi pada *Tamarindus indica* L. menjadikannya sebagai alternatif koagulan alami yang berpotensi menggantikan penggunaan koagulan sintetis (Rahmatia, 2020).

Koagulan alami berbahan dasar tumbuhan umumnya mengandung senyawa aktif berupa polifenol, polisakarida, dan protein. Namun, fraksi protein lebih banyak dimanfaatkan karena proses ekstraksi dan preparasinya relatif mudah. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan serbuk biji asam jawa sebagai koagulan utama karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Gugus amina bermuatan positif (NH_3^+) pada protein berperan dalam menetralkan dan mendestabilisasi muatan partikel koloid, sehingga memicu penggabungan antartikel (aglomerasi). Proses tersebut meningkatkan ukuran dan massa jenis partikel, membentuk flok yang lebih besar, serta mempermudah proses sedimentasi atau pengendapan secara efektif (Agusta dkk., 2024). Protein yang terkandung dalam biji asam jawa berperan dalam mendestabilisasi partikel koloid, sehingga partikel-partikel kecil dapat bergabung membentuk flok berukuran lebih besar. Flok tersebut kemudian mudah mengendap selama proses sedimentasi (Hidayah dkk., 2022).

Keunggulan utama penggunaan biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dibandingkan koagulan sintetis terletak pada sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan bahan alami ini cenderung tidak menyebabkan perubahan derajat keasaman (pH) air secara signifikan setelah proses pengolahan sehingga kualitas kimia air tetap relatif stabil. Selain itu, lumpur (*sludge*) yang dihasilkan bersifat organik dan mudah terurai secara biologis (*biodegradable*). Karakteristik tersebut dapat meminimalkan risiko pencemaran sekunder serta

mengurangi jumlah residu yang dihasilkan selama proses pengolahan air (Novita dkk., 2021).

Penggunaan biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) sebagai biokoagulan tidak hanya berpotensi menurunkan parameter pencemar, tetapi juga menghasilkan residu berupa *sludge*. *Sludge* yang mengandung bahan organik berpotensi menimbulkan bau apabila tidak dikelola dengan baik akibat proses dekomposisi anaerobik. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lanjutan, seperti pengeringan atau proses anaerobik, sebelum *sludge* dibuang atau dimanfaatkan lebih lanjut. Dengan demikian, penggunaan biokoagulan berbasis bahan organik perlu disertai dengan pengelolaan residu yang tepat agar proses pengolahan tidak menimbulkan permasalahan lingkungan (Kurniawan et al., 2025).

2.6 Penelitian Terdahulu

Pemanfaatan koagulan berbahan alami telah banyak diteliti oleh peneliti sebelumnya, yang menunjukkan adanya berbagai studi terdahulu terkait penggunaan koagulan alami dalam proses pengolahan air dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Mengenai Koagulan Alami

No.	Penulis dan Tahun	Metode	Parameter	Hasil
1.	Hilal Badri (2021) - UIN Ar-Raniry Banda Aceh Judul: Efektivitas Penggunaan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi terhadap Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan UD. Nagata Tuna	Koagulasi- flokulasi (Jartest: 180 rpm/3 menit, 80 rpm/12 menit) + filtrasi (zeolit, pasir silika, karbon aktif, spon)	pH, Turbiditas, TSS, COD, BOD	Dosis optimum 2 g/L; pH naik ke 7,7; Turbiditas turun 77,41%; TSS turun 80,91%; COD turun 70,92%; BOD turun 89,45% → sesuai baku mutu.

2.	Elida Novita dkk (2021) Judul: Penanganan Air Limbah Industri Kopi dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Alami Biji Asam Jawa	Koagulasi-flokulasi dengan variasi mesh (80, 100, 150) dan dosis (1,5, 2,5, dan 3,5 g/L)	TSS, TDS, Kekeruhan, COD	Kombinasi mesh 150 & dosis 1,5 g/L paling efektif; Efisiensi: TSS 79,24%; TDS 82,74%; Kekeruhan 61,79%; COD 61,63%.
3.	Vina Puji Wismaningtyas (2019) Judul: Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dalam Penjernihan Limbah Cair di PT. Sinar Sosro Mojokerto	Koagulasi-flokulasi + sedimentasi; variasi dosis (1, 2, dan 3 mg/L), kecepatan (100/20 rpm & 200/40 rpm), waktu (1/30 & 1/15 menit)	pH, Turbiditas, TSS, COD	Dosis 3 mg/L, 200/40 rpm, 1/15 menit paling efektif; pH turun 2,71%; Turbiditas turun 32,71%; TSS tidak konsisten; COD meningkat karena tambahan organik dari biji asam.
4.	Dhi Ayu Wulan Septiya (2024) Judul: Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Penjernihan Air pada Praktikum Sistem Koloid	Eksperimen pendidikan (uji organoleptik & pH)	pH, Warna, Bau, Endapan	Penurunan pH terbaik pada limbah batik (7,5%); perubahan warna, bau, endapan signifikan; layak dijadikan bahan ajar praktikum kimia.
5.	Rahmatia (2020) Judul: Efektivitas Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Organik dalam Memperbaiki Kualitas Air pada Limbah Industri Komponen Otomotif di Kawasan Industri Komponen	Koagulasi-flokulasi (Jar test: 100 rpm koagulasi, 20 rpm flokulasi; dosis 2,5, 5, 7,5, dan 10 g/L)	pH, TSS, Zat Organik (bilangan permanganat), Logam (Cr^{6+}, Zn, Ni, Fe)	Dosis optimum 7,5 mg/L; pH stabil 6-8; TSS turun 96%; Zat organik turun 67%; Cr^{6+}, Zn, Ni turun 99%; Fe turun 83% → memenuhi Pergub DKI No.69/2013.

	Otomotif di Kawasan Industri Pulogadung Jakarta			
6.	Pratiwi dkk (2023) Judul: Penggunaan Biji Kelor (<i>Moringa oleifera L.</i>) dan Biji Asam Jawa (<i>Tamarindus indica L.</i>) Pada Penjernihan Air Sumur Bor Melalui Proses Koagulasi dan Flokulasi Dengan Metode Sentrifugasi	Koagulasi-flokulasi dengan metode sentrifugasi. Variasi massa biji kelor dan biji asam jawa (0,08 g dan 0,09 g). Pengadukan cepat 100 rpm (1 menit) + lambat 30 rpm (20 menit), lalu sentrifugasi 10.000 rpm (20 menit)	Kekeruhan dan Besi (Fe)	Biji asam jawa lebih optimal dibanding kelor. Dosis 0,08 g menurunkan kekeruhan hingga 0,53 NTU dan besi menjadi 0,0087 mg/L
7.	Harini Agusta dkk. (2024) Judul: Aplikasi Biji Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i>) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menjernihkan Air Limbah Industri Kimia Tekstil	Koagulasi-flokulasi dengan variasi dosis (1,2,3,4, dan 5 g/500 mL). Pengadukan cepat 125 rpm (3 menit) + lambat (10, 20, 30 rpm, 30 menit). Endapan 120 menit	TSS, COD	Dosis optimum 4 g dengan 20–30 rpm. Efisiensi: TSS turun dari 920 → 250,77 mg/L (72,74%); COD turun dari 5223 → 2404,4 mg/L (53,96%)
8.	Amisa (2023) - UIN Ar-Raniry Banda Aceh Judul: Pemanfaatan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Alami dalam Penyisihan TSS dan COD pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan	Koagulasi-flokulasi (jar test: 120–150 rpm/1 menit; 30 rpm/30 menit)	TSS, COD	Dosis optimum 2 g/L menurunkan TSS hingga 75,81–78,10%; COD optimum 1 g/L dengan efisiensi 42,25

9.	Yusuf dkk (2022) - Universitas Trisakti Judul: Pemanfaatan Koagulan Biji Asam Jawa Guna Memperbaiki Parameter BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Industri Tahu	Koagulasi-flokulasi dengan variasi dosis (2–5 g/L)	BOD, COD, TSS, Kekeruhan	Dosis optimum 4 g/L pada pH 8: BOD turun 82%, COD turun 82%, TSS turun 78%, kekeruhan turun 84%
10.	Hidayah dkk (2022) Judul: Penggunaan Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Alami pada Pengolahan Limbah Cair Tambang Emas Tradisional	Koagulasi (200 rpm/1 menit; 20 rpm/30 menit) dengan dosis 0,3-0,5 g/L	TSS, COD, Hg, pH	Dosis 0,4 g/L menurunkan TSS 96,95%; COD turun 76,74%; Hg turun 93,03%; pH meningkat sesuai baku mutu
11.	Hindriani dkk (2024) Judul: Perbedaan Dosis Serbuk Biji Kelor dan Biji Asam Jawa terhadap Penurunan Kekeruhan Air	Jar test dengan variasi dosis 0,2-0,6 g/L	Kekeruhan	Biji asam jawa dosis 0,2 g/L menurunkan kekeruhan 22,83%; efektivitas lebih rendah dibanding biji kelor

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk menganalisis efektivitas biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam menurunkan nilai kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH pada air sungai. Proses pengolahan dilakukan melalui tahapan koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi guna mengetahui kemampuan perlakuan yang diberikan dalam meningkatkan kualitas air secara terukur.

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui hasil pengujian kualitas air sebelum dan sesudah proses pengolahan, yang mencakup kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi literatur dari berbagai sumber, seperti buku referensi, jurnal ilmiah, serta peraturan yang berkaitan dengan standar kualitas air sebagai landasan teori dan pembandingan hasil penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2026 hingga Agustus 2026. Jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh untuk pengujian *jar test*, kekeruhan, *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH.

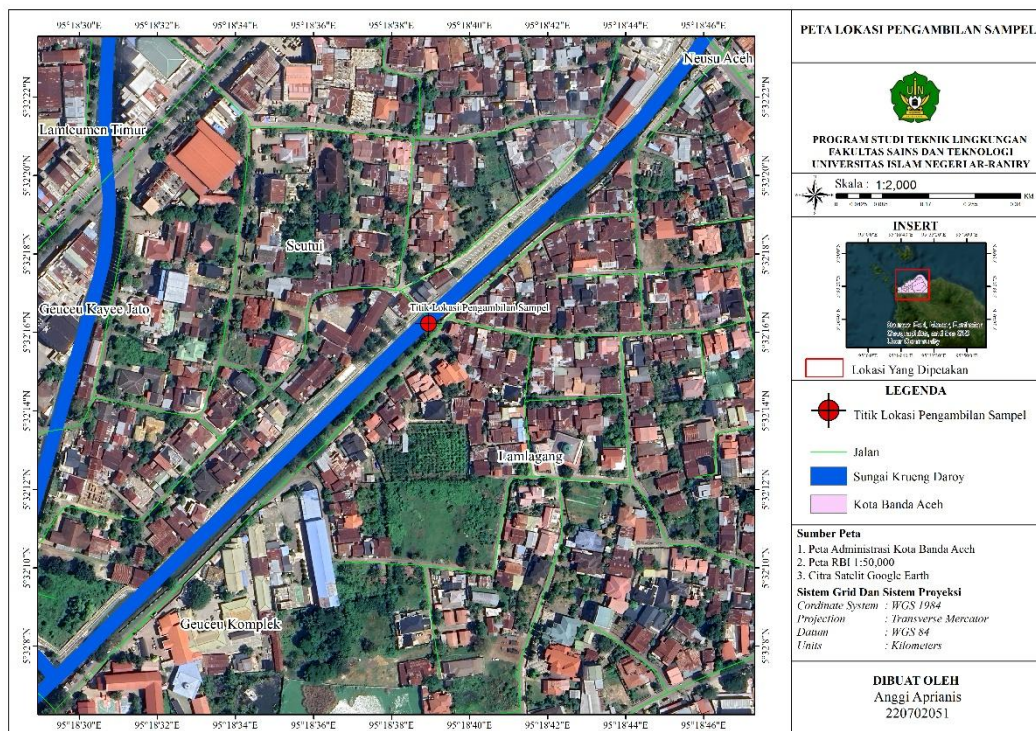
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Jadwal Penelitian															
		Februari				Maret				April				Mei			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	Penyusunan Proposal																
2.	Seminar Proposal																
3.	Revisi Proposal																
4.	Pengurusan Izin dan Persiapan																
5.	Eksperimen di Laboratorium																
6.	Pengolahan Data																
7.	Penyusunan Skripsi																
8.	Sidang																

3.3 Pengambilan Sampel

3.3.1 Lokasi pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Krueng Daroy, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh. Sampel diambil dari air sungai. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth, 2026)

3.3.2 Cara pengambilan sampel

Berdasarkan SNI 6989.57:2008, Sampel air diambil secara langsung menggunakan metode *grab sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel air sungai pada waktu tertentu dengan bantuan gayung atau ember bertali, kemudian dimasukkan ke dalam jerigen berkapasitas 5 liter. Sampel yang diperoleh selanjutnya dianalisis berdasarkan parameter kekeruhan, *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH sebelum dan sesudah perlakuan *jar test* serta proses sedimentasi guna mengetahui perubahan kualitas air yang terjadi.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) yang digunakan pada sampel air sungai. Variasi dosis yang digunakan yaitu 0 gram (kontrol), 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram, dan 0,5 gram untuk setiap 1000 mL sampel air sungai. Variabel terikat dalam penelitian ini meliputi kekeruhan, *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH. Adapun variabel tetap yang digunakan meliputi ukuran ayakan 80 mesh, pengadukan cepat dengan kecepatan 180 rpm selama 3 menit, pengadukan lambat dengan kecepatan 80 rpm selama 12 menit, serta waktu pengendapan selama 60 menit.

Setiap variasi dosis perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (*triplo*) untuk meningkatkan ketelitian, keakuratan, dan keandalan hasil penelitian. Pengulangan ini bertujuan untuk meningkatkan reliabilitas data dan memastikan hasil yang diperoleh tidak dipengaruhi oleh kesalahan acak. Dengan melakukan pengukuran sebanyak tiga kali, nilai yang digunakan dalam analisis merupakan rata-rata dari ketiga ulangan sehingga lebih representatif terhadap kondisi sebenarnya. Metode triplo juga memungkinkan dilakukannya uji statistik yang lebih valid, karena data yang dihasilkan memiliki variasi yang dapat dianalisis untuk menilai signifikansi perbedaan antar perlakuan (Rohana dan Irwanto, 2024).

3.5 Pengolahan dan Analisis Data Statistik

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) dengan uji *One-Way ANOVA*. Uji *One-Way ANOVA* digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis serbuk biji asam jawa terhadap hasil pengukuran parameter yang diuji. Uji normalitas merupakan tahap awal analisis yang dilakukan sebelum penerapan uji *One-Way ANOVA* untuk memastikan bahwa data penelitian berdistribusi normal. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan dengan metode Shapiro-Wilk karena jumlah sampel pada setiap kelompok perlakuan kurang dari 50 ($n = 3$). Data dianggap berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Apabila hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji *post hoc* Tukey HSD pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui perbedaan antar kelompok dosis perlakuan.

3.6 Instrumen, Alat dan Bahan Penelitian

Instrumen, alat, dan bahan penelitian berperan sebagai fasilitas pendukung dalam kelancaran penelitian dan merupakan kunci kesuksesan dalam menjalankannya. Instrumen, alat, dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

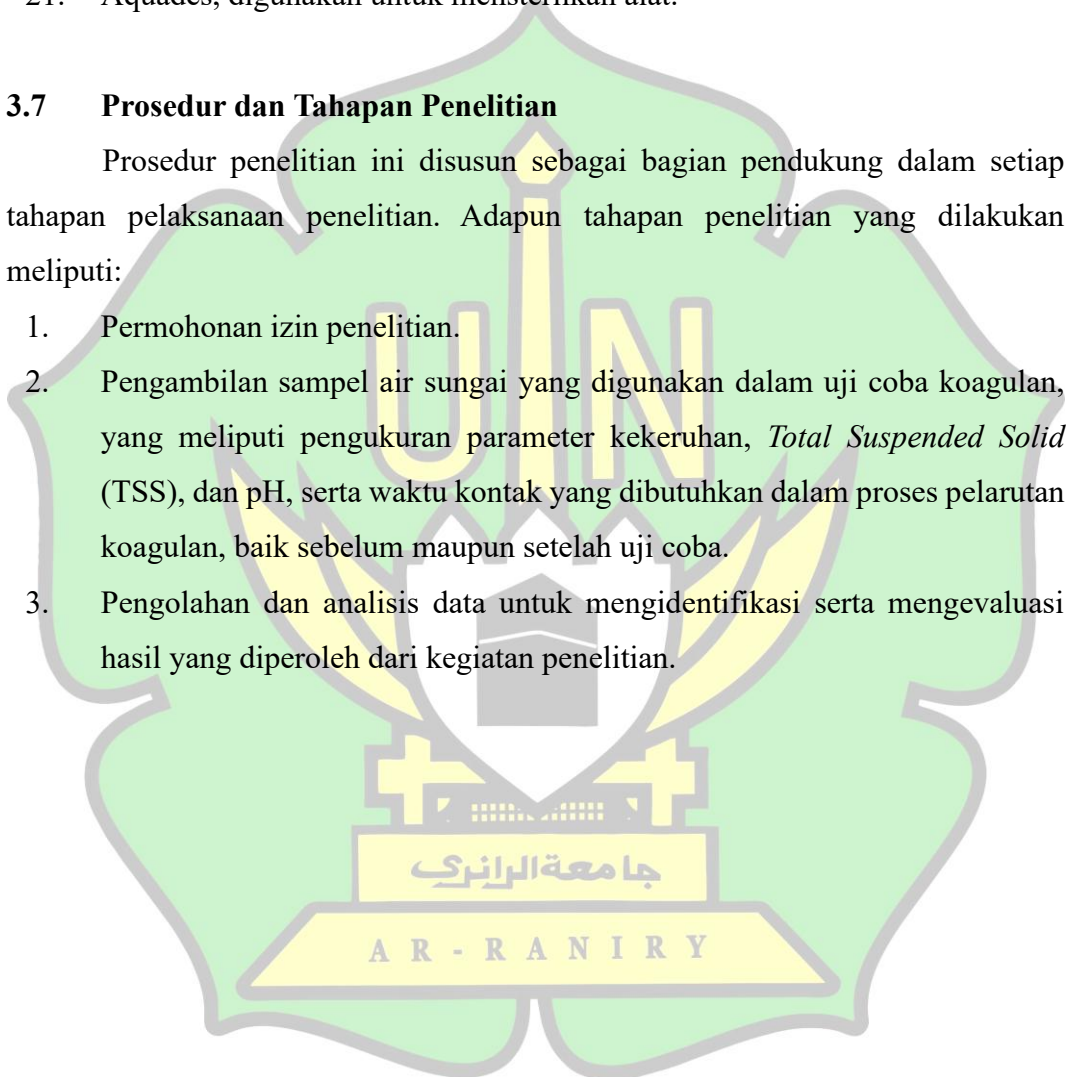
1. Lembar observasi, digunakan untuk mencatat seluruh hasil selama pelaksanaan penelitian.
2. Vacum Filtrasi, digunakan untuk memisahkan padatan dan cairan dari sampel air sungai.
3. Oven, digunakan untuk mengeringkan biji asam jawa agar kering dan mudah saat di blender.
4. Desikator, digunakan untuk menyimpan dan menjaga stabilitas senyawa aktif protein sebelum digunakan dalam pengujian.
5. Blender, digunakan untuk menghaluskan sediaan koagulan (biji asam jawa).
6. *Beaker glass*, digunakan sebagai wadah untuk menguji sampel.
7. Ayakan, digunakan untuk mengayak serbuk agar ukuran partikel seragam.
8. Pipet volume, digunakan untuk mengambil dan memindahkan sampel.
9. Cawan petri, digunakan sebagai wadah untuk menimbang serbuk biji asam jawa.
10. Alu dan Mortar, digunakan untuk menghaluskan biji asam jawa serta membantu memisahkan bagian cangkang dari biji.
11. Pinset, digunakan untuk memindahkan kertas saring secara hati-hati agar tidak terkontaminasi atau rusak selama pengujian.
12. *Aluminium foil*, digunakan sebagai penutup atau pemisah dalam pengelompokan variasi dosis.
13. Kertas saring Whatman No.42, digunakan untuk menyaring partikel halus atau padatan tersuspensi pada sampel air sungai.
14. pH meter, digunakan untuk mengukur nilai pH air.
15. *Turbidity* meter, digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air.
16. Timbangan analitik, digunakan untuk menimbang biokoagulan biji asam jawa dan menimbang massa sampel.

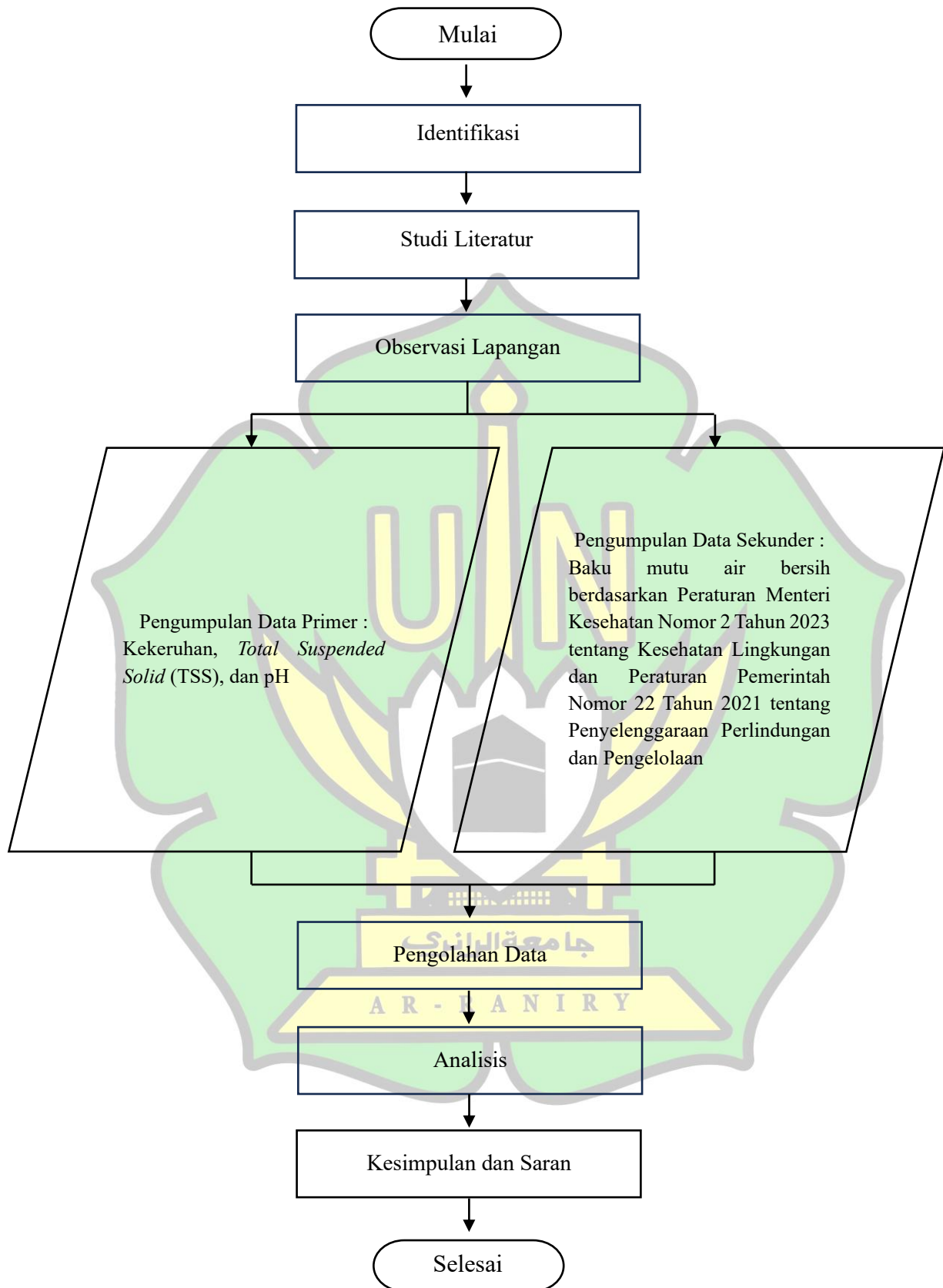
17. *Stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu pengadukan dan pengendapan.
18. Flokulator, digunakan untuk proses pengadukan cepat (koagulasi) dan pengadukan lambat (flokulasi) dengan variasi kecepatan pengadukan.
19. Air sungai, digunakan sebagai sampel.
20. Serbuk biji asam jawa, digunakan sebagai biokoagulan alami.
21. Aquades, digunakan untuk mensterilkan alat.

3.7 Prosedur dan Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian ini disusun sebagai bagian pendukung dalam setiap tahapan pelaksanaan penelitian. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Permohonan izin penelitian.
2. Pengambilan sampel air sungai yang digunakan dalam uji coba koagulan, yang meliputi pengukuran parameter kekeruhan, *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH, serta waktu kontak yang dibutuhkan dalam proses pelarutan koagulan, baik sebelum maupun setelah uji coba.
3. Pengolahan dan analisis data untuk mengidentifikasi serta mengevaluasi hasil yang diperoleh dari kegiatan penelitian.





Gambar 3. 2 Diagram Alir

3.7.1 Persiapan biokoagulan

Adapun persiapan biokoagulan adalah sebagai berikut:

1. Biokoagulan yang digunakan berupa biji asam jawa yang berasal dari buah asam jawa matang, kemudian biji dipisahkan dari daging buahnya.
2. Biji asam jawa dicuci menggunakan air bersih hingga terbebas dari kotoran dan sisa daging buah.
3. Setelah dicuci, biji asam jawa dijemur selama 1 hari untuk mengurangi kadar air akibat proses pencucian.
4. Biji asam jawa kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 1 jam guna mengurangi kadar air serta mempermudah proses penghalusan.
5. Setelah di oven, biji asam kemudian ditumbuk untuk memisahkan biji dari cangkangnya.
6. Biji asam jawa yang telah dipisahkan dari cangkangnya kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk.
7. Serbuk biji asam jawa kemudian disaring menggunakan ayakan dengan ukuran 80 *mesh* agar partikel yang dihasilkan lebih halus dan seragam.
8. Selanjutnya serbuk biji asam jawa yang digunakan sebagai biokoagulan diambil pada dosis optimum, mengacu pada penelitian terdahulu oleh (Hidayah dkk., 2022), yaitu sebesar 0 gram (kontrol), 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram, dan 0,5 gram pada per 1 liter air.

3.7.2 Pengujian koagulan terhadap sampel air

Tahapan pengujian koagulasi dan flokulasi menggunakan alat flokulator dengan koagulan biji asam jawa, tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Sebanyak enam *beaker glass* berukuran 1000 mL disiapkan, kemudian masing-masing diisi dengan 1 liter sampel air sungai.
2. Setiap sampel ditambahkan serbuk biji asam jawa dengan variasi dosis 0 gram (kontrol), 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram, dan 0,5 gram.
3. Selanjutnya dilakukan proses pengadukan cepat menggunakan flokulator pada kecepatan 180 rpm selama 3 menit, kemudian dilanjutkan dengan

pengadukan lambat pada kecepatan 80 rpm selama 12 menit mengacu pada penelitian Badri (2021).

4. Setelah proses pengadukan selesai, flokulator dimatikan dan sampel didiamkan selama 60 menit agar proses pengendapan berlangsung.
5. Sampel yang telah mengendap kemudian dianalisis untuk mengetahui nilai kekeruhan, *Total Suspended Solids* (TSS), dan pH, selanjutnya hasil pengukuran dicatat.

3.8 Penggunaan Alat *Turbidity Meter*

Berikut ini uraian secara rinci mengenai tahapan dalam prosedur pengoperasian alat *Turbidity Meter* berdasarkan SNI 6-6989.25-2005 yaitu:

1. *Turbidity meter* dibersihkan, kemudian dinyalakan dan dibiarkan beberapa menit hingga stabil sebelum digunakan.
2. Sampel air sungai dituangkan ke dalam tabung pengukuran turbiditas dan dipastikan tidak terdapat gelembung udara. Tabung kemudian dimasukkan ke dalam alat turbiditas, selanjutnya pengukuran dilakukan hingga alat menampilkan nilai kekeruhan.
3. Hasil pengukuran turbiditas dicatat dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Units*), disertai dengan pencatatan waktu dan lokasi pengambilan sampel.
4. Tabung pengukuran dan alat dibersihkan menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa sampel, kemudian alat disimpan sesuai dengan ketentuan.

3.9 Penggunaan Alat pH Meter

Alat pengujian ini meliputi pH meter dan *beaker glass*, sedangkan bahan berupa sampel air sungai, larutan buffer pH 4,0, larutan buffer pH 7,0, serta aquades mengacu pada SNI 6989-11-2019.

Persiapan pengujian:

1. Masukkan elektroda pH ke dalam larutan buffer pH 7,0, kemudian aduk perlahan hingga alat menunjukkan pembacaan pH 7,0.

2. Ulangi tahapan yang sama dengan mencelupkan elektroda ke dalam larutan buffer pH 4,0.
3. Diamkan elektroda selama kurang lebih satu menit agar suhu larutan buffer menyesuaikan dengan suhu pengukuran.

Penetapan pH:

1. Penutup pelindung pada elektroda pH meter dibuka terlebih dahulu.
2. Elektroda dibilas menggunakan aquades, kemudian dikeringkan dengan tisu.
3. pH meter dihidupkan dengan menekan tombol *ON/OFF*.
4. Elektroda dicelupkan ke dalam *beaker glass* yang berisi sampel air sungai hingga batas tertentu, kemudian didiamkan sampai hasil pengukuran stabil.
5. Prosedur pengukuran diulangi pada setiap *beaker glass* hingga seluruh sampel selesai diuji.
6. Nilai pH yang muncul pada layar alat selanjutnya dicatat.
7. Setelah pengukuran selesai, alat dimatikan, elektroda dibersihkan kembali menggunakan aquades, dikeringkan dengan tisu, lalu penutup pelindung dipasang kembali.

3.10 Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)

Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) mengacu pada SNI 6989-3-2019 tentang cara uji padatan tersuspensi total secara gravimetri. Metode ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan Kertas Saring
 - a) Kertas saring Whatman No. 42 dipotong sesuai ukuran alat filtrasi yang digunakan.
 - b) Kertas saring diletakkan pada alat penyaring vakum, kemudian dibilas menggunakan aquades.
 - c) Kertas saring selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
 - d) Setelah pengeringan, kertas saring dimasukkan kedalam desikator dalam waktu 15 menit untuk menghilangkan kelembaban pada kertas saring.

- e) Kertas saring kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik hingga diperoleh berat tetap dan dicatat sebagai berat awal (W_0).

2. Pengujian Sampel

- Kertas saring yang telah ditimbang dipasang pada alat vakum filtrasi.
- Sampel air sungai dihomogenkan, kemudian sebanyak 80 mL sampel dimasukkan ke dalam alat filtrasi vakum.
- Setelah proses penyaringan selesai, kertas saring yang mengandung residu dipindahkan secara hati-hati ke dalam cawan petri menggunakan pinset.
- Kertas saring yang mengandung residu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C dalam waktu 1 jam.
- Selanjutnya, kertas saring dimasukkan kedalam desikator hingga mencapai suhu ruang.
- Kertas saring yang telah mengandung residu kering kemudian ditimbang kembali dan dicatat sebagai berat akhir (W_1).

3. Perhitungan TSS

Nilai *Total Suspended Solid* (TSS) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{v}$$

Keterangan:

- W_0 = berat awal kertas saring (mg)
 W_1 = berat kertas saring + residu kering (mg)
 v = volume sampel (mL)

4. Analisis Data

Persentase penurunan parameter kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) dihitung dengan membandingkan konsentrasi sebelum dan sesudah proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi menggunakan rumus berikut:

$$P \% = \frac{(C_0 - C_e) \times 100\%}{C_0}$$

Keterangan:

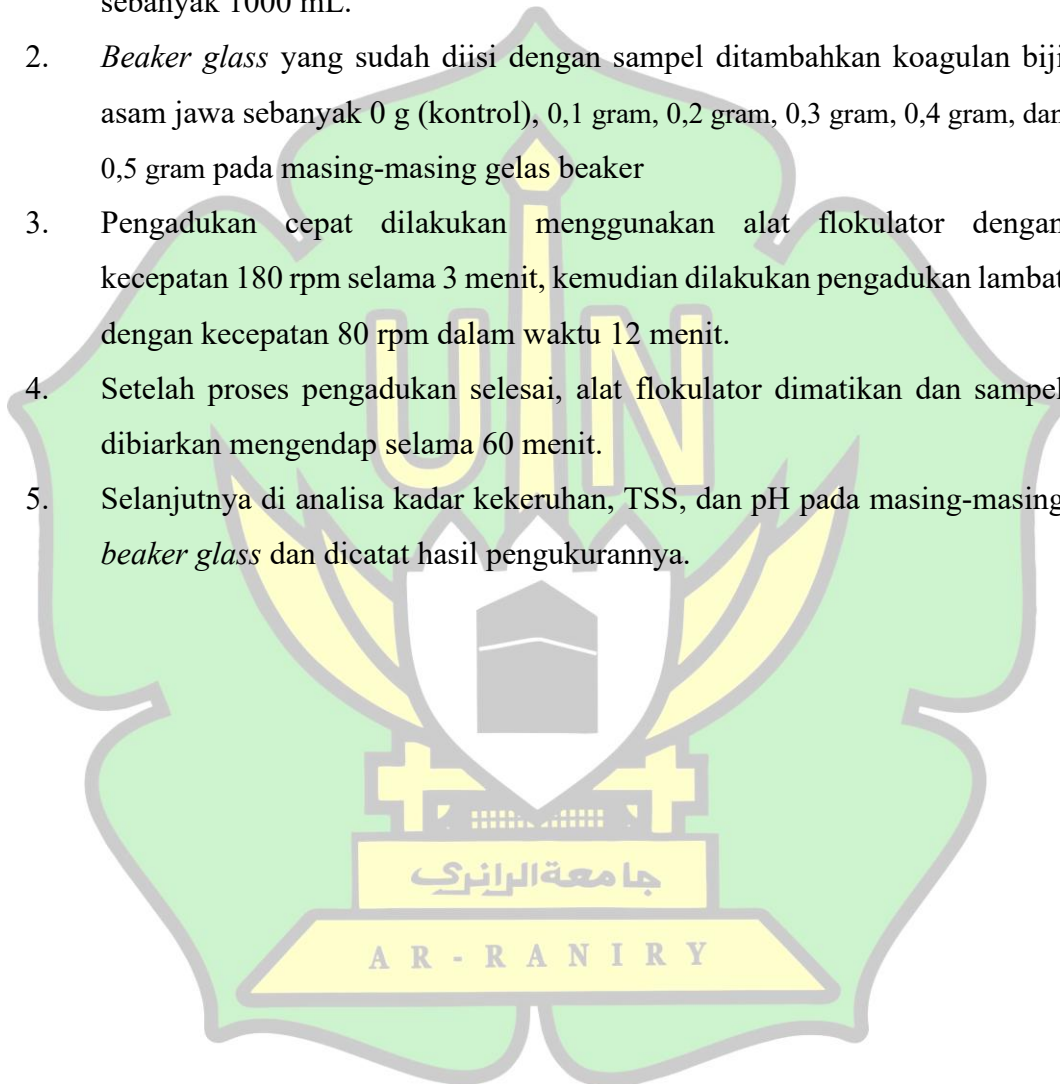
- P = persentase penurunan (%)
 C_0 = konsentrasi awal (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir (mg/L)

3.11 Penggunaan Alat Flokulator

Berikut ini uraian secara rinci mengenai tahapan dalam prosedur pengoperasian alat flokulator berdasarkan SNI 19-6449-2000, yaitu:

1. Sampel air sungai dimasukkan ke dalam enam *beaker glass*, masing-masing sebanyak 1000 mL.
2. *Beaker glass* yang sudah diisi dengan sampel ditambahkan koagulan biji asam jawa sebanyak 0 g (kontrol), 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram, dan 0,5 gram pada masing-masing gelas beaker
3. Pengadukan cepat dilakukan menggunakan alat flokulator dengan kecepatan 180 rpm selama 3 menit, kemudian dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan 80 rpm dalam waktu 12 menit.
4. Setelah proses pengadukan selesai, alat flokulator dimatikan dan sampel dibiarkan mengendap selama 60 menit.
5. Selanjutnya di analisa kadar kekeruhan, TSS, dan pH pada masing-masing *beaker glass* dan dicatat hasil pengukurannya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Awal Kualitas Air Sungai Krueng Daroy

Hasil pengujian awal sampel air Sungai Krueng Daroy dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai Kualitas Konsentrasi Awal Sungai Krueng Daroy

No.	Parameter	Nilai Awal	Baku Mutu	Acuan
1.	Kekeruhan	402	< 3 NTU	Permenkes No. 2 Tahun 2023
2.	TSS	93	50 mg/L	PP No. 22 Tahun 2021
3.	pH	7,5	6,5-8,5	Permenkes No. 2 Tahun 2023

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Berdasarkan hasil data pada Tabel 4.1, hasil karakteristik awal air Sungai Krueng Daroy sebelum proses koagulasi dan flokulasi menggunakan biokoagulan menunjukkan bahwa nilai kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) mengalami penyimpangan signifikan dari standar baku mutu nasional.



Gambar 4. 1 Nilai Kualitas Konsentrasi Awal Sungai Krueng Daroy

Sumber: Hasil Dokumentasi Pribadi

Nilai kekeruhan yang tinggi menunjukkan bahwa air Sungai Krueng Daroy mengandung banyak partikel tersuspensi yang menyebabkan berkurangnya kejernihan air. Kondisi tersebut didukung oleh nilai TSS yang juga melebihi baku mutu, yang menandakan tingginya konsentrasi padatan tersuspensi di dalam air. Sebaliknya, nilai pH yang berada pada kisaran netral menunjukkan bahwa tingkat keasaman air masih sesuai dengan standar yang berlaku. Berdasarkan hasil pengujian awal tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebelum penambahan biokoagulan, kualitas air Sungai Krueng Daroy belum memenuhi baku mutu untuk parameter kekeruhan dan TSS, sedangkan parameter pH masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Oleh karena itu, penggunaan biokoagulan berupa

serbuk biji asam jawa diperlukan sebagai langkah pengolahan untuk meningkatkan kualitas air Sungai Krueng Daroy.

4.2 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

4.2.1 Hasil pengujian kekeruhan

Kekeruhan adalah kondisi yang menunjukkan tingkat kejernihan air akibat adanya partikel-partikel tersuspensi, baik berupa bahan organik maupun anorganik, yang menghamburkan cahaya di dalam perairan. Nilai kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas ekosistem perairan serta membatasi masuknya cahaya matahari ke dalam air, sehingga proses fotosintesis organisme akuatik menjadi terhambat (Wafiya dan Haribowo, 2025). Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *jar test* melalui proses koagulasi dan flokulasi, variasi dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa memberikan pengaruh terhadap konsentrasi kekeruhan pada air Sungai Krueng Daroy yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kekeruhan Pada Air Sungai Krueng Daroy

No.	Dosis gr/L	Kecepatan Pengadukan		Waktu Pengendapan	Kekeruhan (NTU)		Efisiensi (%)
		Cepat	Lambat		Awal	Akhir	
1.	0	180 rpm- 3 Menit	80 rpm- 12 Menit	60 Menit	402	268	33,33
2.	0,1					145	63,93
3.	0,2					218	45,77
4.	0,3					227	43,53
5.	0,4					236	41,29
6.	0,5					250	37,81

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan air Sungai Krueng Daroy sebelum dilakukan proses koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi sebesar 402 NTU.

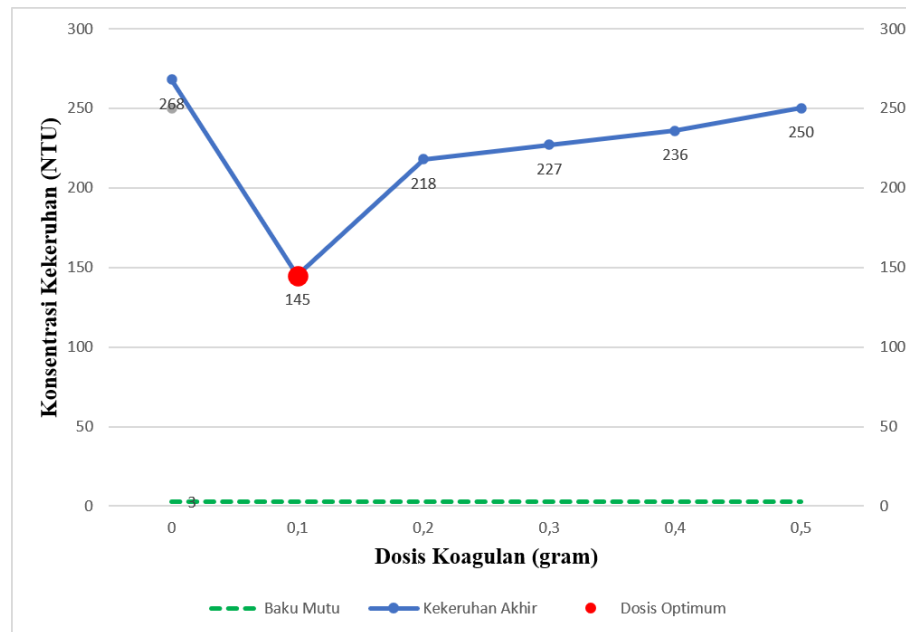


Gambar 4. 2 Nilai Kekeruhan Setelah Penambahan Biokoagulan

Berdasarkan Gambar 4.2, dosis optimum biokoagulan serbuk biji asam jawa diperoleh pada dosis 0,1 g/L. Pada dosis tersebut, nilai kekeruhan air Sungai Krueng Daroy mengalami penurunan dari 402 NTU menjadi 145 NTU setelah melalui proses koagulasi dan flokulasi menggunakan metode *jar test* dengan kecepatan pengadukan cepat 180 rpm selama 3 menit, kemudian pengadukan lambat 80 rpm selama 12 menit, serta waktu pengendapan selama 60 menit.

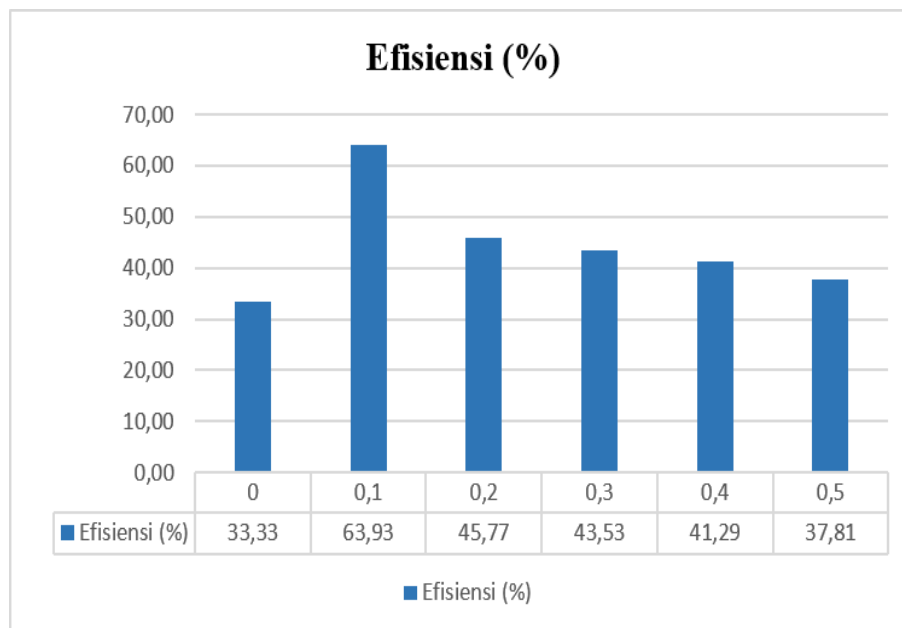
Pengadukan cepat dilakukan untuk memicu tumbukan antar partikel koloid yang membawa ion, sehingga terjadi destabilisasi pada koloid bermuatan positif. Tahap ini penting agar partikel kecil kehilangan kestabilan muatannya dan siap bergabung. Setelah itu, pengadukan lambat dijalankan dengan kecepatan rendah untuk memberi kesempatan partikel yang telah terdestabilisasi membentuk flok. Proses flokulasi ini memungkinkan terbentuknya gumpalan yang lebih besar dan lebih kuat. Flok yang terbentuk kemudian lebih mudah mengendap karena ukurannya meningkat (Savira, 2023).

Penurunan konsentrasi kekeruhan dengan variasi dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa dapat dilihat pada Gambar 4. 3.



Gambar 4. 3 Grafik Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4.3, penambahan dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa memberikan pengaruh terhadap penurunan kekeruhan air Sungai Krueng Daroy. Konsentrasi kekeruhan menurun pada seluruh perlakuan dibandingkan kondisi awal sebesar 402 NTU. Penurunan paling signifikan terjadi pada dosis 0,1 g/L dengan nilai akhir 145 NTU, sedangkan pada dosis 0,2 g/L, 0,3 g/L, 0,4 g/L, dan 0,5 g/L kekeruhan cenderung meningkat kembali. Hasil ini menunjukkan bahwa serbuk biji asam jawa efektif menurunkan kekeruhan, namun tingkat efektivitasnya bergantung pada dosis biokoagulan yang diberikan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Pratiwi dkk (2023), yakni penambahan dosis biokoagulan secara berlebihan berpotensi mengurangi efektivitas koagulasi-flokulasi, karena flok yang terbentuk dapat mengalami restabilisasi sehingga kekeruhan meningkat kembali. Penurunan nilai kekeruhan menunjukkan bahwa serbuk biji asam jawa mampu bekerja sebagai biokoagulan untuk mengurangi partikel tersuspensi penyebab air keruh. Semakin kecil angka kekeruhan, semakin sedikit partikel koloid yang masih ada di dalam air. Hal ini menandakan bahwa proses koagulasi, flokulasi, dan pengendapan berjalan efektif pada dosis tertentu. Efisiensi penurunan konsentrasi kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik Penurunan Dosis Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Efisiensi Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4.4, dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa sebesar 0,1 g/L menghasilkan efisiensi penyisihan kekeruhan tertinggi, yaitu 63,93%. Ketika dosis ditingkatkan menjadi 0,2 g/L, efisiensi penyisihan menurun menjadi 45,77%. Penurunan efisiensi masih berlanjut pada dosis 0,3 g/L, 0,4 g/L, dan 0,5 g/L dengan nilai berturut-turut 43,53%, 41,29%, dan 37,81%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis 0,1 g/L merupakan dosis optimum dalam menurunkan kekeruhan air Sungai Krueng Daroy.

Mekanisme koagulasi oleh serbuk biji asam jawa diduga berkaitan dengan keberadaan gugus fungsi aktif yang terdapat pada biji asam jawa. Berdasarkan hasil analisis FTIR yang dijelaskan oleh Nahrawi dkk (2024), menunjukkan adanya gugus hidroksil (O–H) pada bilangan gelombang $3172,90\text{ cm}^{-1}$ yang menandakan keberadaan senyawa aktif dalam serbuk biji asam jawa. Setelah proses koagulasi terjadi perubahan spektrum menjadi $3876,92\text{ cm}^{-1}$, yang mengindikasikan adanya interaksi gugus fungsi selama proses pengikatan partikel. Perubahan ini memperkuat dugaan bahwa senyawa aktif dalam biji asam jawa berperan dalam destabilisasi partikel dan pembentukan flok, sehingga efektif menurunkan kekeruhan air.

Penurunan kekeruhan pada penelitian ini diperkirakan berkaitan dengan kandungan protein dalam serbuk biji asam jawa yang berfungsi sebagai

biokoagulan alami. Protein tersebut memiliki gugus amina bermuatan positif (NH_3^+) yang dapat menetralkan muatan negatif partikel koloid di dalam air. Setelah muatan partikel tidak stabil, partikel-partikel tersebut bergabung membentuk flok melalui mekanisme netralisasi muatan dan *bridging*. Flok yang terbentuk kemudian mengendap selama proses sedimentasi sehingga jumlah partikel tersuspensi berkurang dan kekeruhan menurun. Penjelasan tersebut didukung oleh penelitian Zainol dkk (2021), menunjukkan bahwa biji asam jawa yang diekstraksi menggunakan larutan NaCl memiliki efektivitas tinggi sebagai koagulan alami dalam menurunkan kekeruhan air. Efisiensi ini dikaitkan dengan senyawa aktif yang terkandung dalam biji asam jawa, yang berperan mendestabilisasi partikel koloid sehingga muatan negatifnya menjadi tidak stabil. Kondisi tersebut mendorong partikel untuk bergabung membentuk flok melalui mekanisme netralisasi muatan dan *bridging*, yang selanjutnya mengendap selama proses sedimentasi. Dengan demikian, biji asam jawa berpotensi dimanfaatkan sebagai koagulan alami yang efektif sekaligus aman dalam pengolahan air.

Selain itu pada penelitian Kurniawan dkk (2025), yang menyatakan serbuk biji asam jawa terbukti mampu menurunkan kekeruhan melalui mekanisme koagulasi-flokulasi. Pada penelitian tersebut diperoleh dosis optimum sebesar 6 g/L, sedangkan penelitian ini memperoleh dosis optimum sebesar 0,1 g/L. Meskipun dosis yang digunakan berbeda, kedua penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis biokoagulan setelah mencapai dosis optimum menyebabkan efisiensi penyisihan kekeruhan menurun. Kondisi tersebut diduga terjadi karena penambahan biokoagulan yang berlebihan menyebabkan flok yang terbentuk kurang stabil sehingga tidak mengendap secara optimal. Namun efisiensi penurunan kekeruhan dapat bervariasi, bergantung pada karakteristik air baku, jumlah biokoagulan yang diberikan, serta kondisi operasional proses pengolahan yang diterapkan.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Febrianti dkk (2024), yang menjelaskan bahwa serbuk biji asam jawa efektif dimanfaatkan sebagai biokoagulan dalam pengolahan limbah domestik. Pada dosis optimum 1,5 gram, kekeruhan air limbah dapat berkurang sekitar 51%. Efektivitas ini berkaitan dengan kandungan protein dan tanin yang berfungsi mendestabilisasi partikel koloid

bermuatan negatif, sehingga partikel bergabung membentuk flok yang kemudian mengendap selama proses sedimentasi. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa serbuk biji asam jawa berpotensi digunakan sebagai biokoagulan alami yang dapat menjadi alternatif pengganti koagulan sintetis dalam pengolahan air limbah domestik. Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas serbuk biji asam jawa sebagai biokoagulan tidak hanya ditentukan oleh kandungan senyawa aktif di dalamnya, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik air yang diolah. Oleh karena itu, dosis optimum yang diperoleh pada setiap penelitian dapat bervariasi sesuai dengan kondisi air baku dan proses pengolahan yang diterapkan.

Meskipun efektivitas serbuk biji asam jawa mampu dalam menurunkan kekeruhan hingga 63,93% pada dosis 0,1 g/L menunjukkan peran nyata bahan alami ini sebagai biokoagulan dalam mendestabilisasi partikel koloid. Hasil penelitian ini menegaskan potensinya sebagai agen pra-pengolahan (pre-treatment) yang mampu menurunkan beban kekeruhan awal secara signifikan sebelum air diproses melalui unit penjernihan lanjutan.

4.2.2 Analisis statistik kekeruhan

Analisis statistik dilakukan untuk menguji pengaruh variasi dosis serbuk biji asam jawa terhadap penurunan kekeruhan air Sungai Krueng Daroy. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak SPSS melalui tahap awal analisis berupa uji normalitas dan uji homogenitas, kemudian dilanjutkan dengan uji *One-Way ANOVA*. Hasil uji ini menjadi dasar dalam menentukan signifikansi perbedaan antar perlakuan secara statistik.

Uji normalitas merupakan tahap awal analisis yang dilakukan sebelum penerapan uji *One-Way ANOVA* untuk memastikan bahwa data penelitian berdistribusi normal. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan dengan metode Shapiro-Wilk karena jumlah sampel pada setiap kelompok perlakuan kurang dari 50 ($n = 3$). Data dianggap berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Hasil uji normalitas data kekeruhan menggunakan metode *Shapiro-Wilk* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk* untuk Parameter Kekeruhan

Variabel	Dosis (g/L)	Sig. (Shapiro-Wilk)	df	Keterangan
Kekeruhan	0 (kontrol)	0,702	3	Normal
	0,1	1,000	3	Normal
	0,2	0,144	3	Normal
	0,3	0,712	3	Normal
	0,4	0,736	3	Normal
	0,5	0,439	3	Normal

Sumber: Data Olahan SPSS, 2026

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi (Sig.) yang lebih besar dari 0,05. Nilai signifikansi yang diperoleh secara berturut-turut yaitu sebesar 0,702 pada dosis 0 g/L (kontrol), 1,000 pada dosis 0,1 g/L, 0,144 pada dosis 0,2 g/L, 0,712 pada dosis 0,3 g/L, 0,736 pada dosis 0,4 g/L dan 0,439 pada dosis 0,5 g/L. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data kekeruhan pada seluruh variasi dosis terdistribusi secara normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi.

Sebelum dilakukan uji *One-Way ANOVA*, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test* untuk menguji kesamaan varians antar kelompok perlakuan. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,331 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa data kekeruhan memiliki varians yang homogen. Karena asumsi normalitas dan homogenitas varians telah terpenuhi secara sempurna, analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji *One-Way ANOVA* yang diikuti oleh uji lanjut (*post-hoc*) *Tukey HSD*. Dengan demikian, analisis statistik dapat dilanjutkan ke tahap uji *One-Way ANOVA* yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Uji *One-Way ANOVA* untuk Parameter Kekeruhan

Dosis (g/L)	Rata-rata Kekeruhan (NTU)	SD	Kelompok Subset (Tukey HSD)	F hitung	Sig.
0 (kontrol)	268	16,7	d	42,444	0,000*
0,1	145	4,0	a		
0,2	217	6,7	b		
0,3	227	9,6	bc		
0,4	236	14,6	bc		
0,5	249	11,0	cd		

Sumber: Data Olahan SPSS, 2026

* menunjukkan hasil yang signifikan pada taraf nyata $\alpha = 0,01$

Berdasarkan tabel hasil 4.4, uji *One-Way* ANOVA diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 42,444 dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,01$). Nilai Signifikan 0,000 pada output SPSS tidak menunjukkan bahwa nilai p benar-benar nol, tetapi menunjukkan bahwa nilai p sangat kecil sehingga dibulatkan oleh sistem menjadi 0,000. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi dosis serbuk biji asam jawa berpengaruh signifikan terhadap kekeruhan air Sungai Krueng Daroy. Selanjutnya, dilakukan uji lanjut *Tukey HSD* pada taraf nyata $\alpha = 0,01$ untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Hasil uji *Tukey HSD* menunjukkan bahwa dosis 0,1 g/L (Notasi a) menghasilkan rata-rata kekeruhan terendah, yaitu 145 NTU, sehingga berbeda signifikan dengan kontrol (0 g/L) dan seluruh dosis perlakuan lainnya. Dosis 0,2 g/L dan 0,3 g/L (Notasi b dan bc) juga mampu menurunkan kekeruhan dengan rata-rata masing-masing 218 NTU dan 227 NTU. Namun, dosis 0,3 g/L tidak berbeda signifikan dengan dosis 0,2 g/L maupun 0,4 g/L karena berada pada subset yang sama. Pada dosis 0,4 g/L dan 0,5 g/L (Notasi bc dan cd), rata-rata kekeruhan meningkat kembali menjadi 236 NTU dan 250 NTU. Sementara itu, kelompok kontrol (0 g/L) memiliki rata-rata kekeruhan tertinggi, yaitu 268 NTU. Nilai kontrol berbeda signifikan dengan dosis 0,1 g/L, 0,2 g/L, 0,3 g/L, dan 0,4 g/L, tetapi tidak berbeda signifikan dengan dosis 0,5 g/L. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa dosis 0,1 g/L merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan kekeruhan air Sungai Krueng Daroy. Penambahan dosis di atas nilai optimum cenderung meningkatkan kekeruhan kembali akibat penambahan dosis yang berlebihan, sehingga proses koagulasi menjadi kurang efektif.

4.3 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar *Total Suspended Solid* (TSS)

4.3.1 Hasil pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan padatan yang melayang di dalam air dan terdiri atas partikel organik maupun anorganik. Tingginya konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi yang dapat mengurangi masuknya cahaya matahari ke dalam perairan. Kondisi ini berpotensi menghambat fotosintesis organisme akuatik, menurunkan kadar oksigen terlarut,

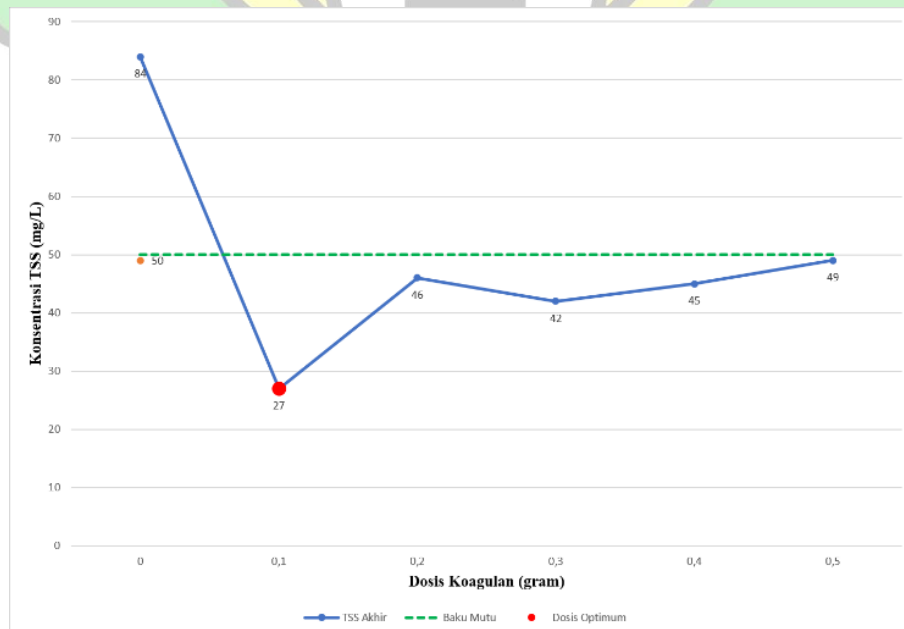
serta menurunkan kualitas lingkungan perairan (Amisa, 2023). Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *jar test* melalui proses koagulasi dan flokulasi, variasi dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa memberikan pengaruh terhadap kadar TSS pada air Sungai Krueng Daroy yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar TSS Pada Air Sungai Krueng Daroy

No.	Dosis gr/L	Kecepatan Pengadukan		Waktu Pengendapan	TSS (mg/L)		Efisiensi (%)
		Cepat	Lambat		Awal	Akhir	
1.	0	180 rpm- 3 Menit	80 rpm- 12 Menit	60 Menit	93	84	9,68
2.	0,1					27	70,97
3.	0,2					46	50,54
4.	0,3					42	54,84
5.	0,4					45	51,61
6.	0,5					49	47,31

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium

Berdasarkan Tabel 4.3, dosis optimum biokoagulan serbuk biji asam jawa diperoleh pada dosis 0,1 g/L. Pada dosis tersebut, nilai TSS air Sungai Krueng Daroy mengalami penurunan dari 93 mg/L menjadi 27 mg/L setelah melalui proses koagulasi dan flokulasi menggunakan metode *jar test* dengan kecepatan pengadukan cepat 180 rpm selama 3 menit, pengadukan lambat 80 rpm selama 12 menit, serta waktu pengendapan selama 60 menit.



Gambar 4. 5 Grafik Penurunan Kadar TSS

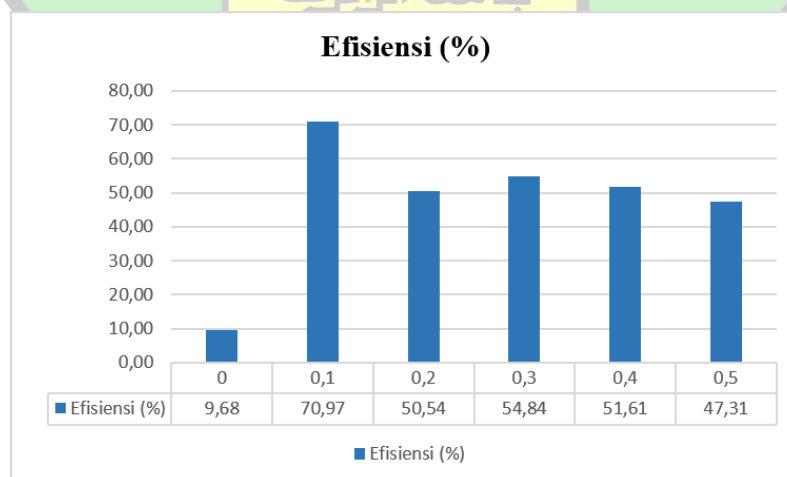
Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 4.5, dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi *Total Suspended*

Solid (TSS) adalah 0,1 g/L, dengan penurunan nilai TSS dari 93 mg/L menjadi 27 mg/L setelah proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan selama 60 menit. Namun, ketika dosis biokoagulan ditingkatkan menjadi 0,2 g/L, 0,3 g/L, 0,4 g/L, dan 0,5 g/L, nilai TSS justru meningkat kembali masing-masing menjadi 46 mg/L, 42 mg/L, 45 mg/L, dan 49 mg/L. Meskipun terjadi kenaikan dibandingkan dosis optimum, seluruh nilai TSS tersebut tetap berada di bawah ambang batas baku mutu yang berlaku.



Gambar 4. 6 Residu Pada Kertas Saring Setelah Penambahan Biokoagulan

Penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) meningkat seiring dengan bertambahnya dosis biokoagulan hingga mencapai dosis optimum. Pada penelitian ini, dosis optimum diperoleh pada 0,1 g/L. Namun, ketika dosis biokoagulan ditingkatkan melebihi dosis tersebut, konsentrasi TSS kembali meningkat. Hal ini diduga karena jumlah biokoagulan yang terlalu banyak menyebabkan proses pembentukan flok menjadi kurang efektif. Akibatnya, sebagian partikel yang seharusnya mengendap tetap melayang di dalam air sehingga nilai TSS meningkat kembali (Anifah dkk., 2024). Efisiensi penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik Penurunan Dosis Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Efisiensi Penurunan Kadar TSS

Berdasarkan Gambar 4.7, efisiensi penyisihan TSS tertinggi diperoleh pada dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa sebesar 0,1 g/L dengan nilai efisiensi sebesar 70,97%. Setelah dosis ditingkatkan menjadi 0,2 g/L, efisiensi penyisihan menurun menjadi 50,54%. Pada dosis 0,3 g/L efisiensi penyisihan sedikit meningkat menjadi 54,84%, namun nilainya masih lebih rendah dibandingkan dosis optimum. Selanjutnya, efisiensi kembali menurun pada dosis 0,4 g/L dan 0,5 g/L dengan nilai masing-masing sebesar 51,61% dan 47,31%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis 0,1 g/L merupakan dosis optimum dalam menyisihkan TSS pada air Sungai Krueng Daroy. Secara umum, penambahan biokoagulan di atas dosis optimum tidak meningkatkan efisiensi penyisihan TSS. Meskipun pada dosis 0,3 g/L terjadi sedikit peningkatan efisiensi dibandingkan dosis 0,2 g/L, nilainya masih lebih rendah dibandingkan dosis optimum 0,1 g/L. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis biokoagulan setelah mencapai dosis optimum tidak selalu meningkatkan efisiensi penyisihan TSS.

Penurunan TSS menunjukkan bahwa serbuk biji asam jawa mampu mengikat partikel tersuspensi di dalam air melalui mekanisme koagulasi-flokulasi. Pada penelitian Hutapea dkk (2021), menjelaskan bahwa pengadukan lambat berperan dalam memperbesar flok yang terbentuk setelah koagulasi. Flok yang lebih besar akan lebih mudah mengendap selama proses sedimentasi, sehingga partikel tersuspensi dapat dipisahkan dari air dengan lebih efektif. Kondisi ini menyebabkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dalam air dapat menurun. Kandungan protein pada biji asam jawa juga berperan dalam mendestabilisasi partikel koloid sehingga partikel berukuran kecil dapat bergabung membentuk flok yang lebih besar, yang kemudian mudah mengendap selama proses sedimentasi. Kondisi tersebut juga terlihat pada penelitian ini, di mana pengadukan cepat selama 3 menit yang dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 12 menit mampu menghasilkan flok dengan kualitas baik. Proses ini menyebabkan kadar TSS menurun secara optimum pada dosis 0,1 g/L.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Yusuf dkk (2022), yang menunjukkan bahwa serbuk biji asam jawa sebagai biokoagulan mampu menurunkan kadar TSS pada limbah cair industri tahu dengan efisiensi penyisihan

sebesar 78% pada dosis optimum 4 g/L. Hasil tersebut juga sejalan dengan penelitian Hidayah dkk (2022) yang menjelaskan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa efektif menurunkan konsentrasi TSS pada limbah cair tambang emas tradisional, dengan efisiensi penyisihan tertinggi yang diperoleh pada dosis optimum 0,4 g/L. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa memiliki dosis optimum dalam proses koagulasi-flokulasi sehingga efektivitas penyisihan TSS dipengaruhi oleh dosis biokoagulan yang digunakan.

Penurunan kadar TSS dari 93 mg/L menjadi 27 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 70,97% membuktikan kinerja optimal protein dalam biji asam jawa yang mampu mengikat padatan tersuspensi melalui mekanisme netralisasi muatan serta penjembutan antarpartikel (*bridging*). Dengan demikian, serbuk biji asam jawa efektif dan layak dipertimbangkan sebagai biokoagulan alternatif berbasis bahan organik yang ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan pada koagulan sintesis

4.3.2 Analisis statistik *Total Suspended Solid* (TSS)

Pada penelitian ini, uji normalitas terhadap data TSS dilakukan menggunakan metode Shapiro–Wilk karena jumlah sampel pada setiap kelompok perlakuan kurang dari 50 ($n = 3$). Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk* untuk Parameter TSS

Variabel	Dosis (g/L)	Sig. (Shapiro-Wilk)	df	Keterangan
TSS	0 (kontrol)	0,637	3	Normal
	0,1	0,235	3	Normal
	0,2	0,070	3	Normal
	0,3	0,900	3	Normal
	0,4	0,363	3	Normal
	0,5	0,843	3	Normal

Sumber: Data Olahan SPSS, 2026

Berdasarkan Tabel hasil 4.6, hasil uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, data *Total Suspended Solid* (TSS) pada

setiap variasi dosis serbuk biji asam jawa berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi.

Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok perlakuan. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi *Based on Mean* sebesar 0,023 ($p < 0,05$), sehingga varians antar kelompok tidak homogen. Namun, nilai signifikansi *Based on Median* sebesar 0,753 ($p > 0,05$) serta jumlah sampel yang sama pada setiap kelompok ($n = 3$) menunjukkan bahwa uji *One-Way ANOVA* masih dapat digunakan. Dengan demikian, analisis statistik dapat dilanjutkan ke tahap uji *One-Way ANOVA* yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Uji *One-Way ANOVA* untuk Parameter TSS

Dosis (g/L)	Rata-rata TSS (mg/L)	SD	Kelompok Subset (Tukey HSD)	F hitung	Sig.
0 (kontrol)	84	7,6	b	5,764	0,006*
0,1	27	16,3	a		
0,2	46	13,6	a		
0,3	42	5,5	a		
0,4	45	23,8	a		
0,5	49	3,5	ab		

* Menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik pada taraf nyata $\alpha = 0,01$

Sumber: Data Olahan SPSS, 2026

Berdasarkan Tabel 4.7, hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai F_{hitung} sebesar 5,764 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,006 ($p < 0,01$). Hasil ini menunjukkan bahwa variasi dosis serbuk biji asam jawa berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada air Sungai Krueng Daroy. Selanjutnya, dilakukan uji lanjut Tukey HSD pada taraf nyata $\alpha = 0,01$ untuk mengetahui perbedaan antar dosis perlakuan.

Hasil uji *Tukey HSD* menunjukkan bahwa dosis 0,1 g/L, 0,2 g/L, 0,3 g/L, dan 0,4 g/L berada pada subset yang sama (notasi a). Hal ini berarti keempat dosis tersebut memiliki kemampuan yang tidak berbeda signifikan dalam menurunkan kadar TSS. Meskipun nilai rerata TSS masing-masing dosis berbeda, perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik. Dosis 0,5 g/L berada pada dua subset (notasi ab), sehingga tidak berbeda signifikan baik dengan kelompok dosis perlakuan maupun dengan kelompok kontrol. Sementara itu, kelompok kontrol (0

g/L) berada pada subset yang berbeda (notasi b) dengan rerata TSS tertinggi sebesar 84 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol berbeda signifikan dengan dosis 0,1 g/L, 0,2 g/L, 0,3 g/L, dan 0,4 g/L, tetapi tidak berbeda signifikan dengan dosis 0,5 g/L.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemberian serbuk biji asam jawa efektif menurunkan kadar TSS dibandingkan kelompok kontrol. Dosis 0,1 g/L merupakan dosis yang paling efisien karena mampu menghasilkan penurunan TSS terbesar hingga 27 mg/L dengan penggunaan koagulan paling sedikit, sedangkan peningkatan dosis tidak memberikan penurunan TSS yang berbeda secara signifikan.

4.4 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Nilai pH

4.4.1 Hasil pengujian terhadap nilai pH

Nilai pH awal air Sungai Krueng Daroy sebelum dilakukan proses koagulasi-flokulasi tercatat sebesar 7,5. Pengujian pH tetap dilakukan dalam rangkaian koagulasi-flokulasi untuk mengetahui dampak penambahan koagulan biji asam jawa terhadap karakteristik kimia air. Nilai pH air Sungai Krueng Daroy dianalisis sebelum perlakuan, lalu diamati kembali setelah koagulan ditambahkan. Prosedur ini memungkinkan identifikasi perubahan keasaman secara lebih presisi, sekaligus menegaskan peran koagulan dalam menjaga kestabilan parameter pH. Hasil analisis yang diperoleh memberikan perspektif lebih luas mengenai efektivitas proses koagulasi-flokulasi dalam mempertahankan keseimbangan sifat kimia perairan (Amisa, 2023). Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *jar test* melalui proses koagulasi dan flokulasi, variasi dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa memberikan pengaruh terhadap nilai pH pada air Sungai Krueng dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Pengaruh Serbuk Biji Asam Jawa Terhadap Nilai pH Pada Air Sungai Krueng Daroy

No.	Dosis gr/L	Kecepatan Pengadukan		Waktu Pengendapan	pH	
		Cepat	Lambat		Awal	Akhir
1.	0	180 rpm-3 Menit	80 rpm-12 Menit	60 Menit	7,5	7,2
2.	0,1					7,4
3.	0,2					7,1
4.	0,3					7,0
5.	0,4					7,0

6.	0,5					6,8
----	-----	--	--	--	--	-----

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

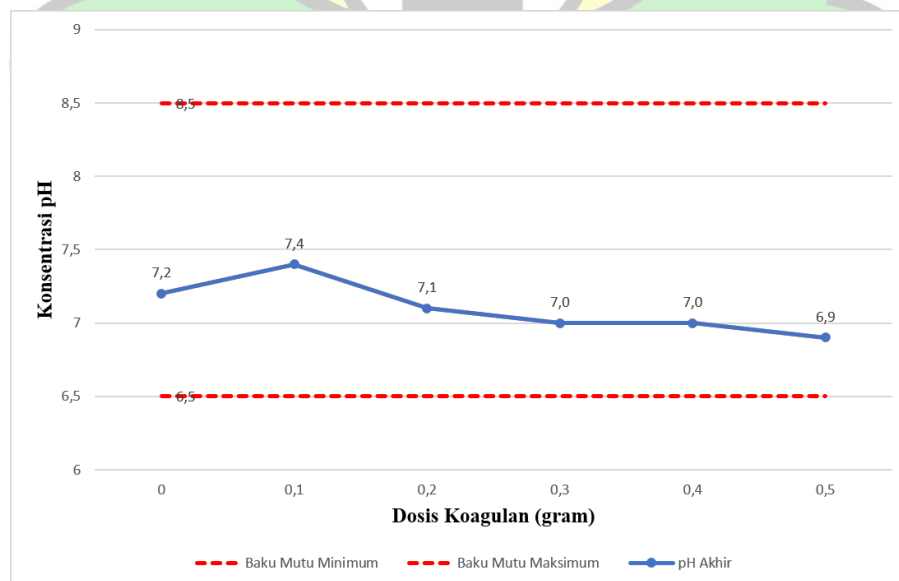
Berdasarkan Tabel 4.8, Nilai pH awal tercatat sebesar 7,5, sedangkan setelah penambahan biokoagulan serbuk biji asam jawa berkisar antara 6,9-7,4. Puncak nilai pH setelah perlakuan diperoleh pada dosis 0,1 g/L dengan angka 7,4, sementara nilai terendah sebesar 6,9 muncul pada dosis 0,3 g/L, 0,4 g/L, dan 0,5 g/L. Walaupun terjadi sedikit penurunan pH setelah proses berlangsung, seluruh hasil tetap memenuhi standar yang berlaku. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa sebagai biokoagulan tidak menimbulkan perubahan pH yang berarti dan tetap menghasilkan air dengan tingkat keasaman sesuai persyaratan.



Gambar 4. 8 Hasil pH Setelah Penambahan Biokoagulan

Sumber: Hasil Dokumentasi Pribadi

Nilai pH dengan variasi dosis biokoagulan serbuk biji asam jawa dapat dilihat pada Gambar 4. 9.



Gambar 4. 9 Grafik Nilai pH

Berdasarkan Gambar 4.9, penambahan serbuk biji asam jawa tidak memberikan perubahan pH yang berarti pada air Sungai Krueng Daroy. Nilai pH setelah proses koagulasi dan flokulasi tetap berada dalam kisaran netral. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa sebagai biokoagulan mampu menurunkan kekeruhan dan TSS tanpa menyebabkan perubahan derajat keasaman air yang signifikan.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Yusuf dkk (2022), yang menjelaskan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa sebagai biokoagulan tetap menghasilkan nilai pH yang memenuhi baku mutu setelah proses koagulasi dan flokulasi. Berdasarkan hasil pengujian, nilai pH air hasil pengolahan masih memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa tidak memengaruhi derajat keasaman air secara signifikan.

pH air tetap stabil pada kisaran netral (6,8–7,4) setelah proses biokoagulasi, yang menunjukkan bahwa biji asam jawa tidak mengganggu keseimbangan kimia air. Stabilitas ini membuat proses pengolahan lebih efisien, karena tidak perlu tambahan bahan kimia untuk menyesuaikan pH, sehingga lebih hemat biaya dan mudah dijalankan.

4.4.2 Uji statistik Terhadap pH

Pada penelitian ini, uji normalitas terhadap data pH dilakukan dengan metode *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel pada setiap kelompok perlakuan kurang dari 50 ($n = 3$). Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Uji Normalitas *Shapiro-Wilk* untuk Parameter pH

Variabel	Dosis (g/L)	Sig. (Shapiro-Wilk)	df	Keterangan
pH	0 (kontrol)	0,298	3	Normal
	0,1	0,463	3	Normal
	0,2	0,463	3	Normal
	0,3	0,363	3	Normal
	0,4	0,780	3	Normal
	0,5	1,000	3	Normal

Sumber: Data Olahan SPSS, 2026

Berdasarkan Tabel 4.9, hasil uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk, seluruh kelompok perlakuan memiliki nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data pH pada setiap variasi dosis terdistribusi normal, sehingga memenuhi asumsi normalitas. Selanjutnya, hasil uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test (Based on Mean) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,407 ($p > 0,05$). Nilai tersebut mengindikasikan bahwa varians data pH antar kelompok perlakuan bersifat homogen, sehingga asumsi homogenitas varians juga telah terpenuhi.

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas yang telah memenuhi asumsi, analisis data selanjutnya dilakukan menggunakan uji parametrik *One-Way ANOVA* untuk mengetahui pengaruh variasi dosis serbuk biji asam jawa terhadap nilai pH. Hasil pengujian *One-Way ANOVA* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Uji *One-Way ANOVA* untuk Parameter pH

Dosis (g/L)	Rata-rata pH	SD	Kelompok Subset (Tukey HSD)	F hitung	Sig.
0 (kontrol)	7,2	0,3	a	1,992	0,152*
0,1	7,4	0,2	a		
0,2	7,1	0,2	a		
0,3	7,0	0,2	a		
0,4	7,0	0,2	a		
0,5	6,8	0,1	a		

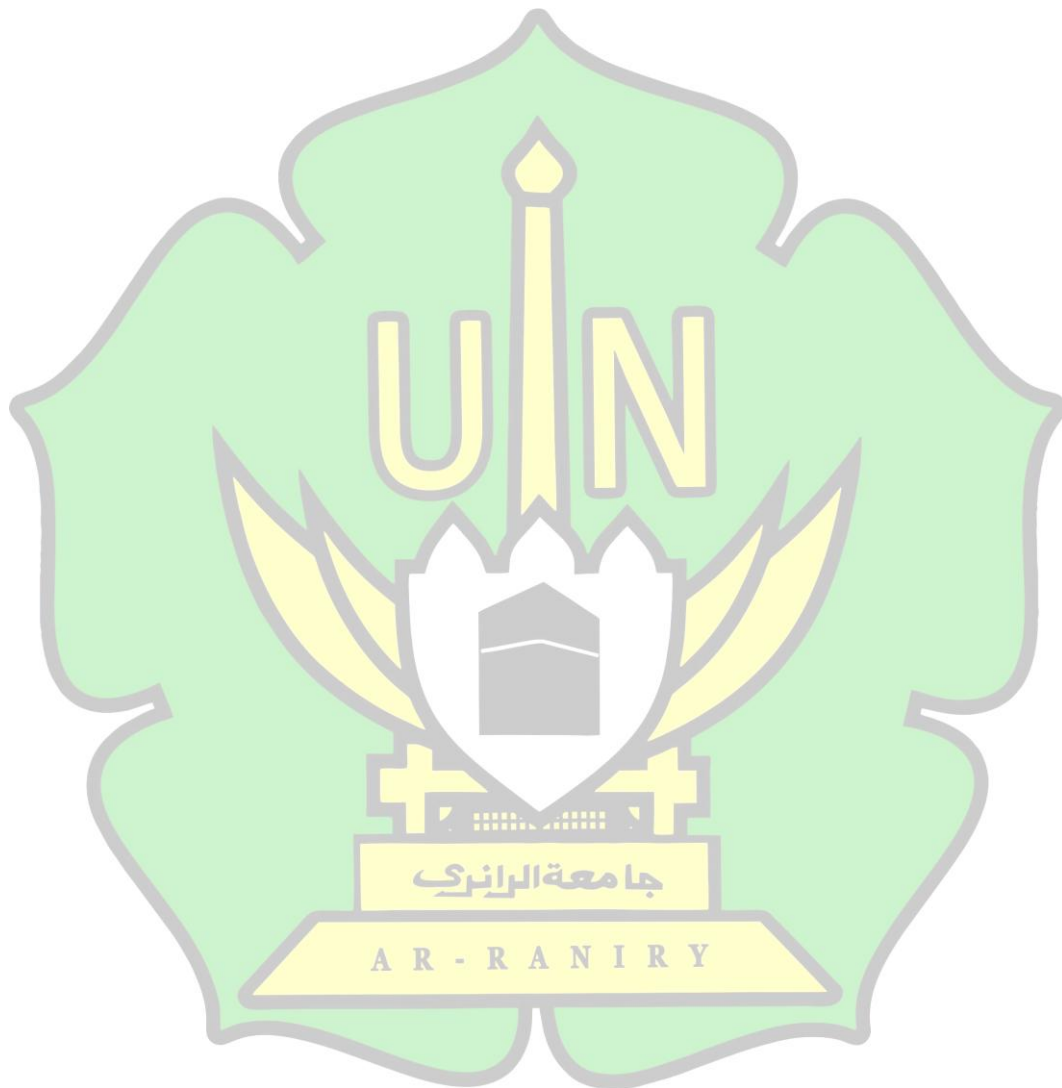
Sumber: Data Olahan SPSS, 2026

*Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan secara statistik pada taraf nyata $\alpha = 0,05$

Berdasarkan Tabel 4.10, hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai F_{hitung} sebesar 1,992 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,152 ($p > 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa variasi dosis serbuk biji asam jawa tidak berpengaruh signifikan terhadap derajat keasaman (pH) air Sungai Krueng Daroy. Hasil uji lanjut *Tukey HSD* menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan, mulai dari dosis 0 g/L hingga 0,5 g/L, berada pada subset homogen yang sama (notasi a). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai pH antar dosis perlakuan maupun dibandingkan dengan kelompok kontrol. Rerata nilai pH pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 6,8–7,4.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan serbuk biji asam jawa sebagai biokoagulan tidak memengaruhi kestabilan pH air. Nilai pH hasil

pengolahan tetap berada pada kisaran netral dan memenuhi baku mutu air bersih, sehingga tidak memerlukan proses penyesuaian pH setelah pengolahan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas biokoagulan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam proses koagulasi dan flokulasi terhadap air Sungai Krueng Daroy, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses koagulasi-flokulasi menggunakan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) terbukti efektif dalam menurunkan parameter pencemaran fisik air Sungai Krueng Daroy. Efektivitas ini terlihat dari kemampuan protein aktif biji asam jawa dalam menurunkan kekeruhan secara signifikan dari 402 NTU menjadi 145 NTU serta menurunkan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dari 93 mg/L menjadi 27 mg/L. Analisis statistik membuktikan bahwa variasi dosis berpengaruh signifikan terhadap penurunan kekeruhan ($p = 0,000$) dan TSS ($p = 0,006$).
2. Dosis optimum serbuk biji asam jawa dalam proses pengolahan air diperoleh pada konsentrasi 0,1 g/L. Pada dosis ini, biokoagulan bekerja paling efektif dalam mendestabilisasi partikel koloid dan membentuk flok. Penambahan dosis di atas 0,1 g/L justru menurunkan kinerja koagulasi karena muncul kembali fenomena restabilisasi partikel koloid.
3. Pada dosis optimum 0,1 g/L, efisiensi penurunan kekeruhan mencapai 63,93% dan penurunan TSS mencapai 70,97%. Selain itu, penggunaan serbuk biji asam jawa memiliki keunggulan kimiawi karena tidak menyebabkan perubahan signifikan pada pH air ($p = 0,152$), dengan nilai akhir tetap stabil pada kisaran netral (6,8–7,4).

5.2 Saran

Adapun saran pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan variasi dosis lebih detail di sekitar dosis optimum guna menemukan efektivitas terbaik dalam menurunkan kekeruhan dan TSS.

2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pemanfaatan biji asam jawa dalam bentuk ekstrak terlarut, seperti menggunakan larutan NaCl, untuk melihat perbedaan efektivitas dibandingkan serbuk.
3. Penggunaan serbuk biji asam jawa sebaiknya dikombinasikan dengan filtrasi sederhana agar kejernihan air lebih optimal.
4. Perlu dilakukan pengujian terhadap parameter lain (Fe, COD, BOD, mikrobiologi) agar efektivitas biji asam jawa sebagai biokoagulan dapat diketahui secara komprehensif.



DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, H., Widyawati, Y., Kurniawati, N., Surawan, T., Yulianto, R., dan Dahlan, A. (2024). Aplikasi Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menjernihkan Air Limbah Industri Kimia Tekstil. *Action Research Literate*, 8(11), 3217-3223.
- Akbar, A., Bahagia, Irhamni, dan AK, Z. (2020). Pengolahan Air Sungai Krueng Daroy Banda Aceh Menggunakan Biofilter Sarang Tawon. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 3(2), 187-194.
- Alviyani, S. R., dan Radityaningrum, A. D. (2021). Evaluasi Sistem Pengolahan dan Distribusi Air Bersih PDAM Kota Probolinggo. *Ejournal.Itats.Ac.Id*, 2685-6875.
- Amisa. (2023). *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica L) Sebagai Biokoagulan Alami Dalam Penyisihan TSS dan COD Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Anggraini, I. F., Kusniawati, E., dan Mayangsari, M. (2023). Pemanfaatan Tongkol Jangung Pada Pembuatan Karbon Aktif Dengan Menggunakan Aktivator (Na_2CO_3) Serta Pengaruhnya Terhadap Sampel Air Sumur Gali Menggunakan Parameter pH, *Turbidity*, *Total Suspended Solid* (TSS) & *Total Disolved Solid* (TDS). *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 6(2), 22-25.
- Anifah, E. M., Sholikah, U., Khairunnissa Ariani, I., Yorika, R., dan Raharti, H. W. (2024). Coagulation-Flocculation of Tofu Wastewater using Natural Coagulant of Chempedak (*Artocarpus integer*) Seed Koagulasi-Flokulasi Limbah Cair Tahu dengan Koagulan Alami Biji Cempedak (*Artocarpus integer*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 281.
- Asrori, M. K. (2021). Pemetaan Kualitas Air Sungai Di Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2), 41-47.
- Ayuba, M. S., Alaba, A. M., Peter, B. S., & Kendeson, C. A. (2025). Physico-Chemical Characterization of Tamarind Seed (*Tamarindus Indica*) Powder as A Natural Coagulant. *Science World Journal*, 20(4), 1683-1686.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 06-6989.25-2005. *Air dan air limbah- Bagian 25: Cara uji kekeruhan dengan nefelometer*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). SNI 19-6449-2000. *Pengujian Koagulasi Flokukasi Dengan Cara Jar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019) SNI 6989-11-2019. *Air dan air limbah- Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 6989.3-2004. *Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (TSS) secara gravimetri*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia, 1–13.
- Badri, H. (2021). *Efektivitas Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica L.) Sebagai Biokoagulan Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi Terhadap Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan UD. Nagata Tuna*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Bahrudin, M. Z., Yulistyorini, A., dan Rahayuningsih, T. (2022). Analysis of Residual Chlorine Concentration in Distribution Network of Drinking Water Supply at Istana Dieng Ii Residence of Malang, East Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5(3), 223–239.
- Borang, G. Y. (2022). *Analisis Laju Sedimentasi di Perairan Pesisir Juata Permai Kota Tarakan*. Skripsi. Universitas Borneo Tarakan.
- Cescon, A., dan Jiang, J. Q. (2020). Filtration process and alternative filter media material in water treatment. *Water (Switzerland)*, 12(12), 1–20.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., dan Sari, D. A. (2023). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7781–7787.
- Fani, S. (2018). *Pengolahan Limbah Laundry Untuk Menurunkan COD Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi*. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.
- Febrianti, A. N., Ratnawati, R., dan Ramadhan, M. I. (2024). Biocoagulant Utilization from Java Tamarind Seed and Sweet Orange Peel for Turbidity, COD and BOD Reduction in Domestic Wastewater. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(1), 8366–8372.
- Firmansyah, M. R., dan Cahyonugroho, O. H. (2026). Karakterisasi Nanopartikel Flok Pada Kondisi Optimum Pengolahan Air. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 17(1), 56–63.
- Geethalaxmi, M., Sunil, C. K., dan Venkatachalapathy, N. (2024). Tamarind seed polysaccharides, proteins, and mucilage: extraction, modification of properties, and their application in food. *Sustainable Food Technology*, 2(6), 1670–1685.
- Hidayah, R., Effendi, H., dan Hariyadi, S. (2022). Penggunaan biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) sebagai koagulan alami pada pengolahan limbah cair tambang emas tradisional. *Habitus Aquatica*, 3(2), 80–92.
- Hindriani, E., Bungawati, A., dan Syam, D. M. (2024). Perbedaan Dosis Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Terhadap Penurunan Kekeruhan Air dengan Metode Jar Test. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4, 30–35.
- Hutapea, R., Daud, S., dan Hs, E. (2021). Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan Lambat Terhadap Penyisihan Fosfat dan TSS Limbah Cair Laundry Menggunakan Biokoagulan Tepung Biji Asam Jawa. *Jom FTEKNIK*, 8, 1–6.

- Jahanshahi, M., dan Taghizadeh, M. M. (2018). Pre-Sedimentation Tank Effects on Water Treatment Unit Operation. *Environmental Quality*, 28, 35–42.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air. In *Kemenkes Republik Indonesia* (Number 55).
- Kurniawan, S. B., Haya, A. A., Soedarti, T., Kuncoro, E. P., Slugocki, Ł., Nowakowski, K., Abdul, P. M., dan Imron, M. F. (2025). Revealing the potential of extracted *Tamarindus indica* seed as a biocoagulant for aquaculture wastewater treatment: Effect of solvent type, concentration, dose, and toxicity assessment. *Results in Engineering*, 27(May).
- Kusuma, D. P. A. (2021). Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang*, 5(2), 99–103.
- Lissa, L., Hamidah, I., Rizqiah, K. M., dan Munfarijah, M. (2023). Pemanfaatan Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Untuk Menghasilkan Produk Olahan Minuman Dan Manisan di Desa Krangkeng. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 114–124.
- Lolo, E. U., Pambudi, Y. S., Gunawan, R. I., dan Widiyanto, W. (2020). Pengaruh Koagulan PAC dan Tawas Terhadap Surfaktan dan Kecepatan Pengendapan Flok Dalam Proses Koagulasi Flokulasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4), 1295–1305.
- Marieta, R., Halleyantoro, Ryan, Bakri, dan Saekhol. (2018). Perbandingan Pemeriksaan Tinja Antara Metode Sedimentasi Biasa dan Metode Sedimentasi Formol-Ether Dalam Mendeteksi Soil-Transmitted Helminth. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 7(2), 527–537.
- Nahrawi, M., Dewi, R., dan Harunsyah. (2024). Kombinasi Proses Koagulasi dan Aerasi Menggunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Biokoagulan Pada Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknologi*, 24(1), 1–8.
- Novita, E., Salim, Moh., dan Pradana, H. (2021). Penanganan Air Limbah Industri Kopi Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Alami Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(1), 13–24.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*,
- Pratiwi, A. A., Masthura, dan Husnah, M. (2023). Penggunaan Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) dan Biji Asam Jawa Melalui Proses Koagulasi dan Flokulasi. *Journal of Online Physics Universitas Jambi.*, 9(1), 55–60.
- Puspitasari, E., Lathifah, Q. A., dan Fu'ana, Y. (2025). Uji Parameter Fisika dan Kimia Untuk Menentukan Kualitas Air Minum Pada Depo Air Minum di Pesantren Raudlotul Musthofa. *Jurnal Inovasi Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(2), 55–62.

- Rahman, M. S., Isnawati, dan As, Z. A. (2023). Kemampuan Biokoagulan Kulit Jeruk (*Citrus nobilis*) dan Biji Durian (*Durio zibethinus*) untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai. *Jurnal Karya Generasi Sehat*, (Menlhk 2017), 1–11.
- Rahmatia, L. (2020). Sebagai Koagulan Organik Dalam Memperbaiki Kualitas Air Pada Limbah Industri Komponen. *Warta Akab*, 44(1), 32–37.
- Rahmatullah, A., Dewangga, M., Nurbia, dan Yasin, A. F. (2025). Analisis Pengujian Kualitas Air Sumur Bor, Air Galon R.O, dan Air PDAM Berdasarkan Pengukuran pH, Kekeruhan (*Turbidity*), dan *Total Dissolved Solids* (TDS). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 13(2), 57–73.
- Rahmatullah, A., Nurbia, N., dan Abubakar, E. (2025). Pengujian Kualitas Air Sumur di Daerah Pesisir dan Daratan Provinsi Papua Barat Daya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 13(1), 102–108.
- Ritonga, H. (2021). *Pengolahan Air Terproduksi Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Lidah Buaya (Aloe vera) dan Biji Kelor (Moringa oleifera)*. Skripsi, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Rohana, H., dan Irwanto, A. A. R. (2024). Pemanfaatan Ekstrak Daun *Abelmoschus manihot* L. sebagai Flokulan Pengolahan Air Tanah pada Kegiatan Praktikum Kimia Analisis Lingkungan. *Indonesian Journal of Laboratory*, 6(3), 196–204.
- Savira, R. (2023). *Penurunan Turbidity, Total Suspended Solid (TSS) dan Chemical Oxygen Demand (COD) Menggunakan Biji Nangka (Artocarpus heterophyllus) Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Air Limbah (Greywater)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Septiya, D. A. W., dan Muna, L. N. (2024). Utilization of Tamarind Seed Biocoagulant as Learning Material for Water Purification Practicum in Colloidal System. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 12(1), 121.
- Sholikhah, M., dan Afrianisa, R. D. (2023). Evaluasi Unit Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, dan Filtrasi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Semanggi Perumda Air Minum Toya Wening Kota Surakarta. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan XI*, 29, 1–9.
- Tanjung, A. M. (2024). *Efektivitas Proses Koagulasi Dengan Metode Effervescent Dalam Penjernihan Air*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Wafiya, P. N., dan Haribowo, R. (2025). Analisis Kualitas Air di Hilir Sungai Coban dan Hulu Sungai Gembong Pasuruan. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(2), 793–801.
- Wijayanto, R., Adeko, R., dan Gazali, M. (2025). Pemantuan Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Bengkulu. *Journal of Nursing and Public Health*, 6(0), 167–186.

- Wulandari, P. E., Pinontoan, O. R., dan Boky, H. B. (2019). Kualitas Air Sumur Berdasarkan Parameter Fluorida dan Parameter pH di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado. *Jurnal KESMAS*, 8(6), 13–19.
- Yusuf, A. M., Ruhiyat, R., dan Hadisoebroto, R. (2022). Pemanfaatan Koagulan Biji Asam Jawa Guna Memperbaiki Parameter BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains*, 3(2), 3–9.
- Zainol, N. A., Othman, I. S., Zailani, S. N., Ghani, A. A., dan Abdullah, S. (2021). Treatment of Synthetic Turbid Water by Using Natural Tamarind Seeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 765(1).



LAMPIRAN PERHITUNGAN

1. Efisiensi Kekeruhan

- Dosis 0 (kontrol)
$$= \frac{(\text{nilai kekeruhan awal} - \text{nilai kekeruhan akhir})}{\text{nilai kekeruhan awal}} \times 100\%$$
$$= \frac{402 \text{ NTU} - 288 \text{ NTU}}{402 \text{ NTU}} \times 100\%$$
$$= 28,26\%$$
- Dosis 0,1 gram
$$= \frac{(\text{nilai kekeruhan awal} - \text{nilai kekeruhan akhir})}{\text{nilai kekeruhan awal}} \times 100\%$$
$$= \frac{402 \text{ NTU} - 145 \text{ NTU}}{402 \text{ NTU}} \times 100\%$$
$$= 63,93\%$$
- Dosis 0,2 gram
$$= \frac{(\text{nilai kekeruhan awal} - \text{nilai kekeruhan akhir})}{\text{nilai kekeruhan awal}} \times 100\%$$
$$= \frac{402 \text{ NTU} - 218 \text{ NTU}}{402 \text{ NTU}} \times 100\%$$
$$= 45,77\%$$
- Dosis 0,3 gram
$$= \frac{(\text{nilai kekeruhan awal} - \text{nilai kekeruhan akhir})}{\text{nilai kekeruhan awal}} \times 100\%$$
$$= \frac{402 \text{ NTU} - 227 \text{ NTU}}{402 \text{ NTU}} \times 100\%$$
$$= 43,53\%$$
- Dosis 0,4 gram
$$= \frac{(\text{nilai kekeruhan awal} - \text{nilai kekeruhan akhir})}{\text{nilai kekeruhan awal}} \times 100\%$$
$$= \frac{402 \text{ NTU} - 236 \text{ NTU}}{402 \text{ NTU}} \times 100\%$$
$$= 41,29\%$$
- Dosis 0,5 gram
$$= \frac{(\text{nilai kekeruhan awal} - \text{nilai kekeruhan akhir})}{\text{nilai kekeruhan awal}} \times 100\%$$
$$= \frac{402 \text{ NTU} - 250 \text{ NTU}}{402 \text{ NTU}} \times 100\%$$
$$= 37,81\%$$

2. Kadar *Total Suspended Solid*

a) Kadar *Total Suspended Solid* Awal

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(263,8 \text{ mg} - 254,5 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\ &= \frac{9.300}{100 \text{ ml}} \end{aligned}$$

$$= 93 \text{ mg/Liter}$$

b) Kadar *Total Suspended Solid* Setelah Perlakuan

- Dosis 0 gram (pengulangan 1)

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(262,5 \text{ mg} - 253,4 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\ &= \frac{9.100}{100 \text{ ml}} \\ &= 91 \text{ mg/Liter} \end{aligned}$$

- Dosis 0 gram (pengulangan 2)

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(266,8 \text{ mg} - 258,2 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\ &= \frac{8.600}{100 \text{ ml}} \\ &= 86 \text{ mg/Liter} \end{aligned}$$

- Dosis 0 gram (pengulangan 3)

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(273,8 \text{ mg} - 266,2 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\ &= \frac{7.600}{100 \text{ ml}} \\ &= 76 \text{ mg/Liter} \end{aligned}$$

- Dosis 0,1 gram (pengulangan 1)

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(260,0 \text{ mg} - 258,0 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\ &= \frac{2.000}{100 \text{ ml}} \\ &= 20 \text{ mg/Liter} \end{aligned}$$

- Dosis 0,1 gram (pengulangan 2)

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(268,8 \text{ mg} - 264,2 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\ &= \frac{4.600}{100 \text{ ml}} \\ &= 46 \text{ mg/Liter} \end{aligned}$$

- Dosis 0,1 gram (pengulangan 3)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(262,2 \text{ mg} - 260,6 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{1.600}{100 \text{ ml}} \\
 &= 16 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,2 gram (pengulangan 1)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(262,5 \text{ mg} - 259,5 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{3.000}{100 \text{ ml}} \\
 &= 30 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,2 gram (pengulangan 2)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(257,9 \text{ mg} - 257,9 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{5.400}{100 \text{ ml}} \\
 &= 54 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,2 gram (pengulangan 3)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(263,3 \text{ mg} - 260,6 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{2.700}{100 \text{ ml}} \\
 &= 27 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,3 gram (pengulangan 1)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(272,2 \text{ mg} - 267,4 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{4.800}{100 \text{ ml}} \\
 &= 48 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,3 gram (pengulangan 2)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(269,8 \text{ mg} - 265,6 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{4.200}{100 \text{ ml}} \\
 &= 42 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,3 gram (pengulangan 3)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(271,1 \text{ mg} - 267,4 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{3.700}{100 \text{ ml}} \\
 &= 37 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,4 gram (pengulangan 1)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(306,9 \text{ mg} - 301,1 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{5.800}{100 \text{ ml}} \\
 &= 58 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,4 gram (pengulangan 2)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(269,8 \text{ mg} - 262,6 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{7.200}{100 \text{ ml}} \\
 &= 72 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,4 gram (pengulangan 3)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(269,1 \text{ mg} - 265,5 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{3.600}{100 \text{ ml}} \\
 &= 36 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,5 gram (pengulangan 1)

$$\text{Mg TSS/Liter} = \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(270,5 \text{ mg} - 265,9 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{4.600}{100 \text{ ml}} \\
 &= 46 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,5 gram (pengulangan 2)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(272,3 \text{ mg} - 267,4 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{4.900}{100 \text{ ml}} \\
 &= 49 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

- Dosis 0,5 gram (pengulangan 3)

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS/Liter} &= \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{V} \\
 &= \frac{(270,9 \text{ mg} - 265,6 \text{ mg}) \times 1000}{100 \text{ ml}} \\
 &= \frac{5.300}{100 \text{ ml}} \\
 &= 53 \text{ mg/Liter}
 \end{aligned}$$

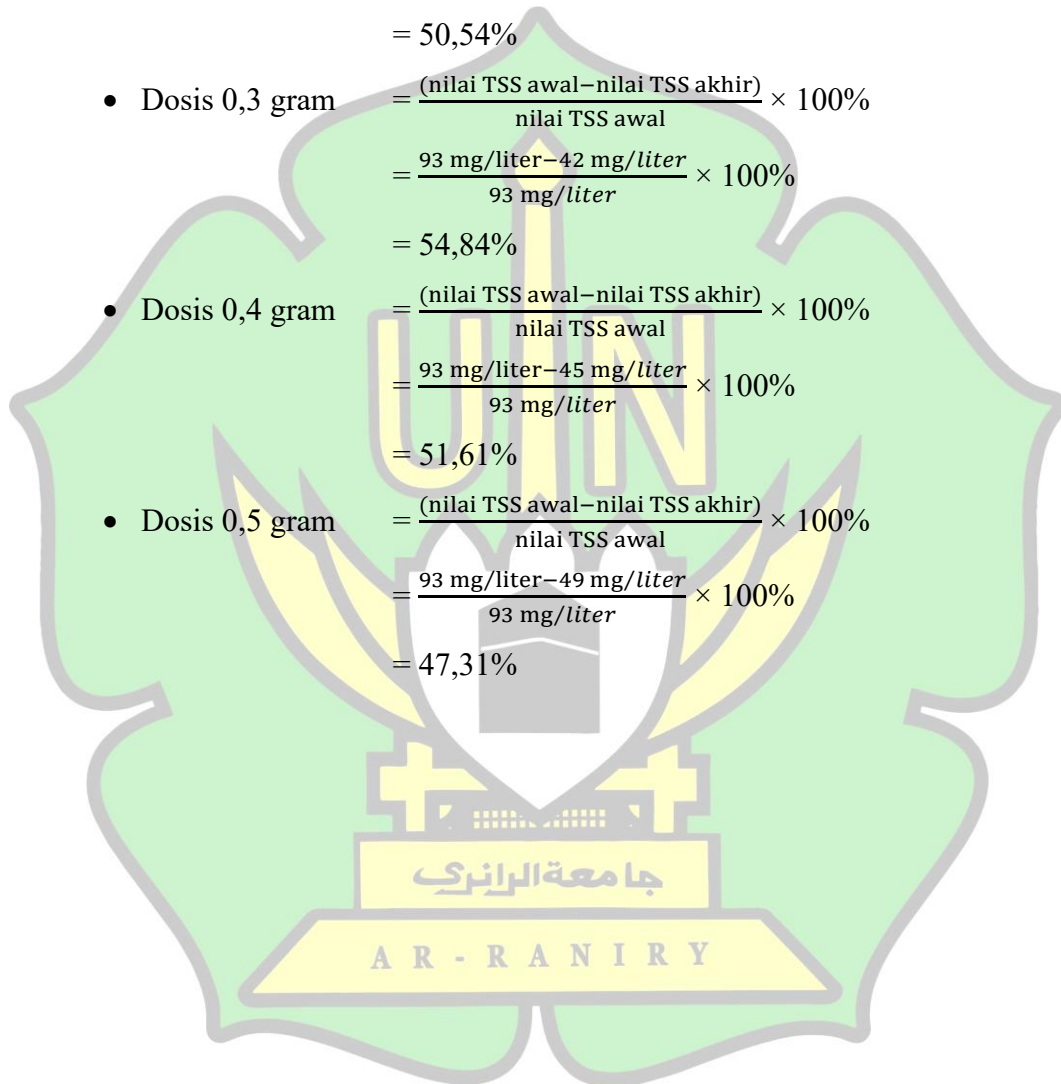
c) Nilai *Total Suspended Solid* Rata-Rata

- Dosis 0 gram $= \frac{91 \text{ mg/liter} + 86 \text{ mg/liter} + 76 \text{ mg/liter}}{3} = 84 \text{ mg/Liter}$
- Dosis 0,1 gram $= \frac{20 \text{ mg/liter} + 46 \text{ mg/liter} + 16 \text{ mg/liter}}{3} = 27 \text{ mg/Liter}$
- Dosis 0,2 gram $= \frac{30 \text{ mg/liter} + 54 \text{ mg/liter} + 27 \text{ mg/liter}}{3} = 46 \text{ mg/Liter}$
- Dosis 0,3 gram $= \frac{48 \text{ mg/liter} + 42 \text{ mg/liter} + 37 \text{ mg/liter}}{3} = 42 \text{ mg/Liter}$
- Dosis 0,4 gram $= \frac{58 \text{ mg/liter} + 72 \text{ mg/liter} + 36 \text{ mg/liter}}{3} = 45 \text{ mg/Liter}$
- Dosis 0,5 gram $= \frac{46 \text{ mg/liter} + 49 \text{ mg/liter} + 53 \text{ mg/liter}}{3} = 49 \text{ mg/Liter}$

d) Efisiensi Kadar *Total Suspended Solid*

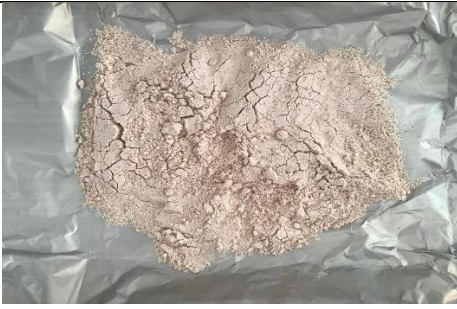
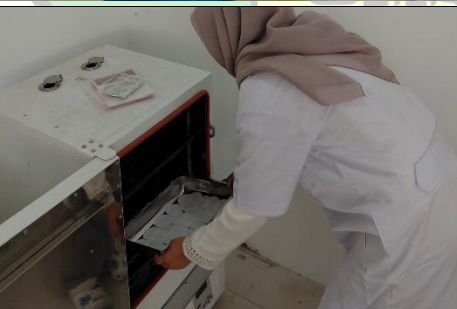
- Dosis 0 (kontrol) $= \frac{(\text{nilai TSS awal} - \text{nilai TSS akhir})}{\text{nilai TSS awal}} \times 100\%$
 $= \frac{93 \text{ mg/liter} - 84 \text{ mg/liter}}{93 \text{ mg/liter}} \times 100\%$
 $= 9,68\%$

- Dosis 0,1 gram $= \frac{(\text{nilai TSS awal} - \text{nilai TSS akhir})}{\text{nilai TSS awal}} \times 100\%$
 $= \frac{93 \text{ mg/liter} - 27 \text{ mg/liter}}{93 \text{ mg/liter}} \times 100\%$
 $= 70,97\%$
- Dosis 0,2 gram $= \frac{(\text{nilai TSS awal} - \text{nilai TSS akhir})}{\text{nilai TSS awal}} \times 100\%$
 $= \frac{93 \text{ mg/liter} - 46 \text{ mg/liter}}{93 \text{ mg/liter}} \times 100\%$
 $= 50,54\%$
- Dosis 0,3 gram $= \frac{(\text{nilai TSS awal} - \text{nilai TSS akhir})}{\text{nilai TSS awal}} \times 100\%$
 $= \frac{93 \text{ mg/liter} - 42 \text{ mg/liter}}{93 \text{ mg/liter}} \times 100\%$
 $= 54,84\%$
- Dosis 0,4 gram $= \frac{(\text{nilai TSS awal} - \text{nilai TSS akhir})}{\text{nilai TSS awal}} \times 100\%$
 $= \frac{93 \text{ mg/liter} - 45 \text{ mg/liter}}{93 \text{ mg/liter}} \times 100\%$
 $= 51,61\%$
- Dosis 0,5 gram $= \frac{(\text{nilai TSS awal} - \text{nilai TSS akhir})}{\text{nilai TSS awal}} \times 100\%$
 $= \frac{93 \text{ mg/liter} - 49 \text{ mg/liter}}{93 \text{ mg/liter}} \times 100\%$
 $= 47,31\%$

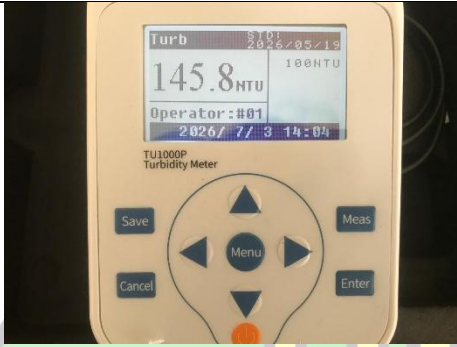


LAMPIRAN GAMBAR

NO.	GAMBAR	KETERANGAN
1.		Penjemuran biji asam jawa setelah dibersihkan.
2.		Biji asam jawa kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 1 jam.
3.		Penumbukan biji asam jawa agar terpisah dari cangkangnya.
4.		Biji asam jawa yang sudah dipisahkan dari cangkangnya dihaluskan menggunakan blender.
5.		Biji asam jawa di ayak menggunakan ayakan 80 mesh.

6.		Serbuk biji asam jawa yang sudah di ayak.
7.		Penimbangan serbuk biji asam jawa menggunakan neraca analitik
8.		Serbuk biji asam jawa yang telah ditimbang sesuai variasi dosis perlakuan.
9.		Menuangkan 20 mL akuades ke dalam vacum filtrasi.
10.		Kertas saring awal dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.

11.		Sampel air Sungai Krueng Daroy diambil menggunakan timba bertali.
12.		Sampel air sungai dituangkan ke dalam <i>beaker glass</i> 1000 mL.
13.		Serbuk biji asam jawa ditambahkan sesuai variasi dosis perlakuan.
14.		Pengadukan cepat dilakukan selama 3 menit pada 180 rpm, kemudian dilanjutkan pengadukan lambat selama 12 menit pada 80 rpm
15.		Sampel diendapkan selama 60 menit.

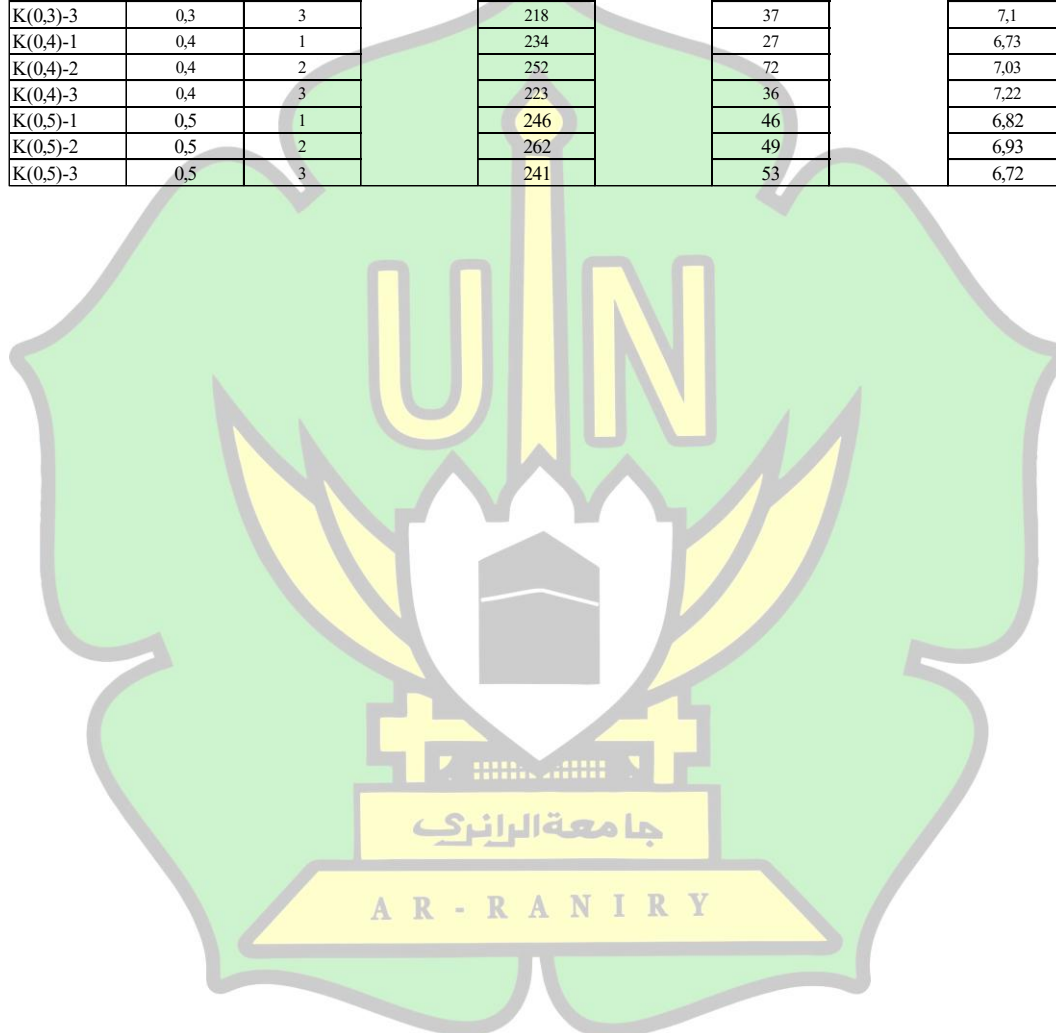
16.		Dilakukan pengecekan kekeruhan sampel menggunakan alat <i>turbidity meter</i> .
17.		Hasil pengukuran kekeruhan ditampilkan pada alat <i>turbidity meter</i> .
18.		Sampel diambil menggunakan pipet volume untuk analisis TSS.
19.		Sampel disaring menggunakan vacum filtrasi sebanyak 100 mL
20.		Residu pada kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam

21.		Kertas saring yang telah dikeringkan ditimbang untuk menentukan nilai TSS
22.		Nilai pH sampel diukur menggunakan alat pH meter



LAMPIRAN EXCEL

Kode Sampel	Dosis (gram)	Ulangan	Kekeruhan Awal (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)	TSS Awal (mg/L)	TSS Akhir (mg/L)	pH Awal	ph Akhir
K(0)-1	0	1	402	250	93	91	7	6,82
K(0)-2	0	2		271		86		7,35
K(0)-3	0	3		283		76		7,43
K(0,1)-1	0,1	1		149		20		7,1
K(0,1)-2	0,1	2		141		46		7,45
K(0,1)-3	0,1	3		145		16		7,56
K(0,2)-1	0,2	1		210		30		6,8
K(0,2)-2	0,2	2		221		54		7,19
K(0,2)-3	0,2	3		222		53		7,22
K(0,3)-1	0,3	1		225		48		6,67
K(0,3)-2	0,3	2		237		42		7,08
K(0,3)-3	0,3	3		218		37		7,1
K(0,4)-1	0,4	1		234		27		6,73
K(0,4)-2	0,4	2		252		72		7,03
K(0,4)-3	0,4	3		223		36		7,22
K(0,5)-1	0,5	1		246		46		6,82
K(0,5)-2	0,5	2		262		49		6,93
K(0,5)-3	0,5	3		241		53		6,72



LAMPIRAN UJI STATISTIKA

a) Uji Statistik Pada Kekерuhan

Tests of Normality

	Dosis	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekeruhan	.0	.238	3	.	.976	3	.702
	.1	.175	3	.	1.000	3	1.000
	.2	.358	3	.	.812	3	.144
	.3	.236	3	.	.977	3	.712
	.4	.230	3	.	.981	3	.736
	.5	.298	3	.	.916	3	.439

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kekeruhan	Based on Mean	1.290	5	12	.331
	Based on Median	.542	5	12	.741
	Based on Median and with adjusted df	.542	5	8.737	.741
	Based on trimmed mean	1.229	5	12	.354

ANOVA

Kekeruhan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27105.111	5	5421.022	42.444	.000
Within Groups	1532.667	12	127.722		
Total	28637.778	17			

Kekeruhan

Tukey HSD^a

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
.1	3	145.00			
.2	3		217.67		
.3	3		226.67	226.67	
.4	3		236.33	236.33	
.5	3			249.67	249.67
.0	3				268.00
Sig.		1.000	.384	.201	.402

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b) Uji Statistik Pada *Total Suspended Solid (TSS)*

Tests of Normality

Dosis	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TSS .0	.253	3	.	.964	3	.637
.1	.340	3	.	.848	3	.235
.2	.372	3	.	.781	3	.070
.3	.191	3	.	.997	3	.900
.4	.314	3	.	.893	3	.363
.5	.204	3	.	.993	3	.843

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TSS	Based on Mean	4.000	5	12	.023
	Based on Median	.525	5	12	.753
	Based on Median and with adjusted df	.525	5	5.982	.752
	Based on trimmed mean	3.475	5	12	.036

ANOVA

TSS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5368.667	5	1073.733	5.764	.006
Within Groups	2235.333	12	186.278		
Total	7604.000	17			

TSS

Tukey HSD^a

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.1	3	27.33	
.3	3	42.33	
.4	3	45.00	
.2	3	45.67	
.5	3	49.33	49.33
.0	3		84.33
Sig.		.408	.072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

c) Uji Statistik pada pH

Tests of Normality

	Dosis	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	.0	.328	3	.	.871	3	.298
	.1	.292	3	.	.923	3	.463
	.2	.292	3	.	.923	3	.463
	.3	.314	3	.	.893	3	.363
	.4	.219	3	.	.987	3	.780
	.5	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pH	Based on Mean	1.106	5	12	.407
	Based on Median	.200	5	12	.956
	Based on Median and with adjusted df	.200	5	8.274	.954
	Based on trimmed mean	.998	5	12	.459

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.553	5	.111	1.992	.152
Within Groups	.667	12	.056		
Total	1.220	17			

pH

Tukey HSD^a

		Subset for alpha = 0.05
Dosis	N	1
.5	3	6.800
.3	3	6.900
.4	3	6.967
.2	3	7.033
.0	3	7.167
.1	3	7.333
Sig.		.131

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean
Sample Size = 3.000.